Special Collections

AKA
0424

HARVARD UNIVERSITY.

SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
VE RI TAS
CHRISTO ET ECCLESIAE

LIBRARY
OF THE
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

4704.
Exchange.
November 20, 1906.

DENKSCHRIFTEN

DER

KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

VIERTER BAND.

WIEN.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

1852.

NOV 20 1909

ag. 14/28

Special Collections

MCZ LIBRARY
HARVARD UNIVERSITY
CAMBRIDGE, MA USA

Inhalt.

Erste Abtheilung.

Abhandlungen von Mitgliedern der Akademie.

Seite

Rokitansky. Über einige der wichtigsten Krankheiten der Arterien. (Mit 23 Tafeln) 1

Unger. *Iconographia plantarum fossilium.* Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen. (Mit 22 Tafeln) 73

Schrötter. Äquivalentbestimmung des Phosphors 119

Reissek. Die Fasergewebe des Leines, des Hanfes, der Nessel und Baumwolle. (Mit 14 Tafeln) 127

Brücke. Untersuchungen über den Farbenwechsel des afrikanischen Chamäleons. (Mit 2 Tafeln) 179

Zweite Abtheilung.

Abhandlungen von Nicht-Mitgliedern.

Schläfli. Über die Resultante eines Systemes mehrerer algebraischer Gleichungen. Ein Beitrag zur Theorie der Elimination 1

Freiherr v. **Bibra.** Die Algodon-Bai in Bolivien. (Mit 3 Tafeln) 75

Schmarda. Zur Naturgeschichte der Adria. (Mit 7 Tafeln) 117

Pohl. Nachtrag zur thermo-aräometrischen Bierprobe 141

S. 85. V

NOV 20 1905

11,704

Denkschriften

der

kaiserlichen

Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.

Vierter Band.

Erste Lieferung.

In Commission bei W. Braumüller, Buchhändler des k. k. Hofes und der k. Akademie.

A

Ausgegeben am 15. September 1853.

Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.

Vierter Band, 1. Lieferung.

Inhalt.

Seite

Rokitansky. Über einige der wichtigsten Krankheiten der Arterien (Mit 23 Tafeln). . . . 1

Unger. *Iconographia plantarum fossilium.* Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen. (Mit 22 Tafeln) 73

Erste Abtheilung.

Abhandlungen von Mitgliedern der Akademie.

Mit 61 Tafeln.

Ueber einige der wichtigsten Krankheiten der Arterien.

Von **Karl Rokitansky,**
wirklichem Mitgliede der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

(Tafel I — XXIII.)

(Vorgetragen in der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 26. Juni 1851.)

Vorbemerkung.

Ich habe zwar das Wissenswürdigste über die Krankheiten der Arterien vom anatomischen Standpunkte aus in meinem Handbuche der pathologischen Anatomie niedergelegt und es sind meine Ansichten von mehreren Seiten, zum Theil auf Grundlage tüchtiger Untersuchungen (Donders und Jansen Unters. über Aneurysmen. Arch. für phys. Heilkunde von Roser und Wunderlich, 7. J., 5. H.) anerkannt und bestätigt worden, allein ich musste dennoch manches Beachtenswerthe einer gelegenheitlichen umständlicheren Erörterung vorbehalten. Seitdem habe ich die Untersuchungen fortgesetzt und es sind mir namentlich Fälle vorgekommen, welche zur Vervollständigung oder zur Berichtigung des Gelehrten beitrugen, ja wohl auch eine neue pathologische Thatsache begründeten. Dabei war es immer mein Wunsch, bei schicklicher Gelegenheit die vorzüglichsten der im hiesigen pathologischen Cabinete aufbewahrten Fälle bekannt zu machen. Indem ich mich durch Ersteres bestimmen lasse, diese Blätter zu veröffentlichen, genüge ich auch meinem Wunsche dadurch, dass ich eine Auswahl pathologischer Beobachtungen zum Theil in gelungenen bildlichen Darstellungen beigebe, welche den wesentlichen Zweck erfüllen, dass sie das Gesagte nachweisen und erläutern.

In diesen Blättern sind die Auflagerung auf der innern Fläche der Arterien, das Aneurysma, das Offenbleiben des Ductus art. in Form eines, Aortenblut nach der Lungen-Arterie leitenden Canales, die Verengerung und Obliteration der Aorta im Bereiche der Einsenkung des Ductus Botalli, die spontanen Zerreissungen grosser Arterien (das sogenannte A. dissecting), endlich das A. spurium mit dem A. varicosum der Gegenstand einer mehr oder weniger ausführlichen Erörterung. Dabei ist namentlich beim Aneurysma von den entsprechenden Zuständen der kleinen und capillaren Arterien abgesehen, welche in neuester Zeit von Virchow einer gründlichen Untersuchung unterworfen wurden.

Ungeachtet des oben Gesagten, möchte ich zur Rechtfertigung der Veröffentlichung dieser Blätter doch noch Folgendes erwähnen:

In dem Capitel über die Auflagerung ist das Wesentlichste nebst andern durch mikroskopische Zeichnungen erläutert.

Der Lehre vom Aneurysma sind Abbildungen merkwürdiger Fälle beigegeben worden, überdies kommt als eine neue Thatsache die Begründung des Aneurysma in Eiterbildung in der Arterienwand, in Vereiterung der Ringfaserhaut hinzu. Auch eine Zerreissung der inneren Arterienhäute musste als Grundlage des spontanen Aneurysma definitiv aufgenommen werden.

Die Persistenz des Ductus arteriosus ist mit einer Reihe neuer Beobachtungen ausgestattet.

In dem Capitel über Stenose und Schliessung der Aorta im Bereiche der Insertion des arteriösen Bandes kommen neben der Anführung der bisher bekannt gewordenen Fälle neue hierortige Beobachtungen und der Versuch einer Begründung der Variationen der fraglichen Stelle an, über- und unterhalb der Insertion des arteriösen Ganges vor.

In dem Capitel über spontane Zerreissung der Aorta ist nebst zwei schon veröffentlichten durch verbesserte Abbildungen erläuterten Fällen eine Auswahl von Beobachtungen über Heilung der spontanen Zerreissung enthalten.

Bei dem A. spurium liegt der Erörterung des A. varicosum nebst anderen ein abgebildeter wichtiger Fall von A. varicosum der A. axillaris zu Grunde.

Endlich habe ich nicht Anstand genommen, dasjenige, was ich an krankengeschichtlichen Notizen in Erfahrung brachte, so gering es auch meisthin ist, den Beobachtungen beizufügen, um dem Kliniker nicht das vorzuenthalten, wornach er mit Recht gefragt hätte.

I. Auflagerung.

Sie ist die allerhäufigste Arterienkrankheit und die gewöhnlichste Grundlage des spontanen Aneurysma.

Sie besteht in der Ausscheidung eines Proteinkörpers aus dem Blute, welcher auf der Innenfläche der Arterie erstarrt und mehrfachen Metamorphosen unterliegt, denen sich wichtige consecutive Erkrankungen der Ringfaserhaut und der Zellscheide der Arterie beigesellen.

Ich habe in meinem Handbuche der pathologischen Anatomie von dieser Krankheit unter dem Titel: Excedirende Anbildung innerer Gefässhaut gehandelt und hatte hierfür einen guten Grund aufzuweisen, indem die Auflagerung häufig in ihren verschiedenen Lagen den die innere Gefässhaut constituirenden Schichten gleicht.

Es ist am zweckmässigsten von einem exquisiten Falle auszugehen. Seiner Schilderung lassen sich sodann einerseits die ersten Anfänge der Erkrankung, andererseits ihre weiteren Fortschritte anreihen.

Besieht man die Innenfläche einer zu diesem Behufe aufgeschlitzten Arterie, z. B. eines Aortenstückes, so wird man leicht gewahr, dass eine fremdartige Substanz auf ihr lagert. Sie ist gleichsam auf sie hingegossen und erstarrt, bildet hier eine dünnere, dort eine dickere Lage, so dass ihre Oberfläche grösstentheils uneben ist. An einzelnen Stellen ist sie graulich, grauröthlich, gelbröthlich, durchscheinend, einer Gallerte ähnlich, an anderen dagegen weiss, milchigweiss, opak, geronnenem Eiweisse ähnlich. Die Ansicht eines senkrechten Durchschnittes giebt dieselben Resultate, nur sieht man zugleich noch, dass die Substanz hie und da an derselben Stelle beiderlei Beschaffenheit zeigt, indem sie in der Tiefe opak, nach der freien Oberfläche hin dagegen durchscheinend ist.

An den durchscheinenden Stellen ist diese Substanz ferner weicher, feuchter, sukkulent, an den opaken dagegen dichter, trocken, derb, elastisch und ähnelt mehr oder weniger dem Knorpel, dem Faserknorpel, womit man sie auch gemeinhin verglichen hat. In diesem Zustande adhärirt sie zusammt der unten befindlichen inneren Gefässhaut inniger an der Ringfaserhaut der Arterie, als in jenem.

Untersucht man näher, so lässt sich diese Substanz in Lamellen spalten, deren Anzahl verschieden ist, zum Theil von der hierauf verwendeten Mühe abhängt. Die Spaltung geht an den durchscheinenden, sukkulenten Stellen leichter von Statten, als an den opaken, wo die Lamellen zugleich weniger nett und glatt, mehr rauh, gleichsam filzig ausfallen.

Die Dicke der aufgelagerten Substanz beträgt in einem Falle, wie er eben geschildert worden, $\frac{1}{4}$—1‴ und darüber. — Nebst anderen Erscheinungen, welche später zur Sprache kommen, bemerkt man gemeinhin als die innerste, recenteste Schichte einen weichen, glasartig hellen und glänzenden Ueberzug auf ihr, und in ihr hie und da die sonstigen Metamorphosen der Auflagerung eingeleitet.

In Bezug des Verhaltens der übrigen Arterienhäute ergiebt sich hierbei: die Ringfaserhaut ist zum Fahlen, schmutzig Bräunlichen entfärbt, morsch, brüchig, zerklüftet, — die Zellscheide vascularisirt, gewulstet, dichter, in einem Zustande von Hypertrophie und Sclerose, mit der Ringfaserhaut verwachsen. Das ganze Gefäss ist, mehr oder weniger, meist augenfällig erweitert. Siehe Tafel I.

Dieser Abriss hatte, wie oben bemerkt, zum Zwecke, gleich Eingangs den Gegenstand der Frage so hinzustellen, dass sich an ihn die weiteren Untersuchungen anknüpfen lassen:

Der erste Beginn der Auflagerung ist unmerklich und leicht zu übersehen. Ist die Innenfläche eines Arterienstückes ungewöhnlich glänzend und feucht, so hat die Auflagerung begonnen; es liegt eine weiche, feuchte, glasartig durchscheinende, meist gelbröthliche Schichte auf ihr, welche sich in Form einer sulzartigen Pulpe ab- und zusammenschaben lässt. Ein Vergleich mit einer völlig normalen Arterie klärt vorzüglich hierüber auf.

Dieselbe Substanz bildet natürlich auch das innerste Stratum der Auflagerung von beliebiger Dicke, wenn der Ausscheidungs-Process im Fortgange ist.

Früher oder später verdichtet sie sich, indem sie matt und filzig und zugleich mehr oder weniger opak wird, zu einem häutigen Gebilde und lässt sich dann in Membranform abziehen.

Leichter wird die Wahrnehmung der recenten Auflagerung in jenem weichen, sulzartigen Zustande, wenn sie, wie namentlich im aufsteigenden Aortenschenkel, nicht selten hie und da in Form garbenähnlicher, pinselartiger u. dgl. Zeichnungen weisslich punktirt erscheint.

Die mikroskopische Untersuchung weist Folgendes nach: Die recente, glashelle Auflagerung breitet sich unter Wasser zu einer weichen, formlosen oder zartstreifigen Membran aus, in welcher nebst Elementarkörnchen, runde, glänzende Kerne, oblonge Kerne, auch kernhaltige Zellen eingebettet liegen. Letztere liegen wohl auch in Form eines epitheliumartigen Stratums auf derselben. Taf. II, Fig. 1. Oft besteht sie in einzelnen Antheilen aus einem Aggregat zarter schollenartiger Molekeln. Taf. II, Fig. 2 *a*.

Zuweilen findet sich schon ein Balkenwerk in ihr, dessen Balken eine zarte Streifung, eine beginnende Faserung zeigen. Taf. II, Fig. 3.

In anderen Fällen stellt sie eine etwas starrere, helle oder von staubförmiger Moleküle trübe, von den Rändern sich leicht einrollende, ganz glatte oder leicht gestreifte, oft von rundlichen Lücken durchbrochene (gefensterte) Membran dar. Taf. II, Fig. 4 und 5.

Die Auflagerung wird durch mehr oder weniger gleichförmige Anbildung neuer Schichten von Innen her dicker, mit ebener oder gewöhnlicher mit unebener glatthöckeriger Oberfläche, welches Letztere eben von einer stellenweise überwiegenden Neuanbildung herrührt. Dabei geht sie die folgenden M e t a m o r p h o s e n ein:

1. Die n ä c h s t e Metamorphose besteht in einer Umstaltung der Auflagerung zu G e w e b e, wozu die ersten Rudimente sich schon in der recenten Auflagerung finden. Sie wird hiebei allmälig weniger durchscheinend und dichter, und zwar in zweierlei Gestalt. An einzelnen Stellen, meisthin von der Form hervorspringender Inseln, wo also die Auflagerung in zahlreicheren Lamellen aufgeschichtet oder in dickeren Massen abgesetzt worden, sehr gewöhnlich in der Umgebung eines kleineren Gefäss-Ostiums, wird sie allmählich undurchsichtig, opak, weiss, bläulichweiss, dem geronnenen Eiweisse ähnlich, verliert ihre Sukkulenz, nimmt an Dichtigkeit zu und erlangt eine bedeutende Resistenz und Elasticität — sie ähnelt im Habitus dem Knorpel, womit man sie auch zeither verglichen hat. Taf. I, *a*. Sie lässt sich hiebei in minder zarte Lamellen schichten, und diese sind auch trockener, ihre Oberfläche und Ränder rauh und filzig.

An anderen grossen, zusammenhängenden Strecken wird sie, gemeinhin neben jenen knorpelähnlichen Plaques, gleichfalls dichter, aber weniger opak, bleibt feuchter und leichter schichtbar; später stellt sie einen mattglänzenden, schrumpfenden, gerunzelten Ueberzug dar, von tendinösem, einem matten schrumpfenden Sehnenflecke auf serösen Häuten ähnlichen, selbst hornartigen Ansehen. Sie hängt sehr innig der Ringfaserhaut, und wo diese in ihrer Faserung auseinander gewichen ist, noch inniger der zellig-elastischen Arterienhaut an.

Die mikroskopische Untersuchung erhebt in beiden dem Anscheine nach sehr differenten Formen denselben Befund, so dass die Verschiedenheit bloss in dem differenten Grade der Dichtigkeit und Trockenheit der übereinanderliegenden Strata begründet sein muss. Man findet, dass die Auflagerung zu einem faserigen Gewebe geworden ist, in welchem sich jedoch die Anordnung der Fasern und Faserbündel verschieden verhält:

a) Sie stellt eine nach der Längenachse des Gefässes gefaserte Lamelle von gleichförmiger Dichtigkeit dar. Taf. II, Fig. 6.

b) Sie stellt ein Balkenwerk oder eine von zahlreichen runden oder verzogenen Lücken zu einem Netze durchbrochene Lamelle dar. Taf. II, Fig. 7, 8 und 9; Taf. III, Fig. 10, 11, 12 und 13. Die Balkenwerke selbst sind verschieden: Zuweilen sind es einfache oder auch sich spaltende Balken, untereinander filzartig verflochten. Taf. II, Fig. 9. Ein anderes Mal geht von einer centralen Masse nach verschiedenen Punkten hin ein System von Balken ab, welche mit denen eines anderen anastomosiren. Taf. II, Fig. 7 und 8. Die Maschenwerke sind durch das Vorhandensein von rundlichen, länglichrundlichen Lücken in der Lamelle gegeben; die Lücken werden grösser, eckig, zuweilen sehr gross, so dass die zwischen befindliche Masse zu dünnen langen Strängen reducirt wird, und dadurch eine Aehnlichkeit mit der Längsfaserhaut der Venen erlangt. Taf. II, Fig. 10, 11, 12 und 13. In beiderlei Formen wird die Masse der Balken und Stränge allmälig faserig, wobei die Faserung bald die wellige Bindegewebs-Fibrille nachahmt, bald eine mehr starre der Essigsäure resistirende Beschaffenheit angenommen hat. Je massenreicher die Auflagerung, in desto grösserer Anzahl decken einander die Lamellen.

2. Eine andere Metamorphose ist der sogenannte atheromatöse Process, das Atherom der Arterien.

Sie besteht in der Umwandlung der Auflagerung zu einem schmutzig-gelben, gemeinhin mit dem Erbsenpurée verglichenen, meist von einer grossen Menge glimmerartig-schimmernder Schüppchen (Cholestearin-Krystall-Anhäufungen) untermischten Breies. Taf. I, Fig. *b*.

Sie betrifft früher oder später die Auflagerung, welche die im Vorigen erörterte Umstaltung eingegangen, vorzüglich die weissen, dem geronnenen Eiweisse ähnlichen Stellen.

In der Regel beginnt sie in den tieferen (älteren) Schichten derselben und schreitet von hier in die inneren (neueren) Schichten vor. Der Umfang, in welchem sie Platz greift, variirt von der Grösse einer Linse bis zu der eines Zwanzigerstückes, eines Guldenstückes und darüber. Sie beginnt mit einer fahlen Entfärbung und Trübung der Auflagerung, welche letztere von einer feinen weisslichen, gelblich-weisslichen Punktirung herrührt, und geht sofort durchaus ohne Entwickelung von Gefässen mit Lockerung und merklicher Volumszunahme, Schwellung der Auflagerung vor sich. In je grösserer Dicke diese den Process von der Tiefe aus bereits eingegangen, desto mehr wölben sich die inneren noch unversehrten Schichten nach innen herein und bieten häufig bei vollendeter Metamorphose der tieferen Schichten ein teigiges Anfühlen, ja selbst Fluctuation dar.

Indem nun auch die innersten Schichten der Auflagerung dem Processe anheimfallen, oder über dem unter ihnen angehäuften Breie platzen und sofort von dem in die Lücke eindringenden Blute weiter aufgerissen werden, kommt die atheromatöse Masse auf der inneren Arterienfläche nackt zum Vorschein und in Contact mit dem Blute.

Das Mikroskop weist in dem Atherome nebst Trümmern der Auflagerung mit verwischter Fasertextur, nebst rothbraunem, gelben Pigmente in verschiedenen Formen als wesentliche Bestandtheile nach: Fett in Form von Fettkügelchen der verschiedensten Grösse, discret und in Conglomeraten, von Cholestearin-Tafeln und von ansehnlichen Klumpen eines starren Fettes, überdies Elementarkörnchen bis zu der feinsten Punktmasse von einem Verhalten, welches sie zum Theile für Kalkerde und zum Theile für einen Eiweisskörper zu halten berechtiget.

Diese Metamorphose besteht demnach in Entwickelung von Fett in der Auflagerung mit Aufzehrung *(Destruction)* derselben.

Je nach den oben angegebenen Entstehungsweisen der Substanzverluste haben diese bald verflachte und glatte, bald umgeworfene, zerrissene, ausgefranste Ränder. Diese letzteren geben oft Veranlassung zur Abscheidung des Faserstoffes aus dem Blute, welcher sich in Form zottiger oder massenreicherer kolbiger, rundlicher Vegetationen an- und einfilzt. Der Brei (das Atherom) wird ohne Zweifel sowohl

alsbald, nachdem er blossgelegt worden, als auch im Verfolge in verschiedener Menge in die Blutmasse aufgenommen; ein anderer consistenterer Theil desselben aber wird vom Blute getränkt, von dessen Fibrin durchfilzt und dadurch fester, zugleich von Blutroth in verschiedener Weise zuerst dunkelroth, dann schmutzigbraun und endlich hefengelb gefärbt.

Diese Stellen wurden ehedem gemeinhin für Geschwüre der Arterien betrachtet, und sie bieten allerdings beim ersten Anblicke mancherlei Aehnlichkeit mit ihnen dar; die mit Fibrin-Vegetationen besetzten ähneln auch wohl fungösen Geschwüren. Dennoch hat der atheromatöse Process nichts Wesentliches mit dem ulcerösen gemein, gleichwie die Auflagerung selbst — wie gezeigt werden wird — durchaus kein Product von Entzündung ist. Man entdeckt in der atheromatösen Masse, im Einklange mit deren Wesen, keine Spur eines ulcerösen Productes und die unwiderleglich Statt habende Aufnahme derselben in die Blutmasse hat nicht nur durchaus nicht die Erscheinungen der Aufnahme eines ulcerösen Productes, sondern, wie hundertfältige Erfahrung lehrt, überhaupt keine merklichen Erscheinungen im Gefolge. — Demungeachtet dürften aber doch einzelne Fälle von luxurirendem Atherom wie der Nachstehende eine interessante Ausnahme machen, indem die Aufnahme von grossen Mengen Fettes (des Atheroms) in das Blut eine excedirende Entwickelung der farblosen Elemente in diesem zu veranlassen scheint. Es sassen nämlich bei einem 70 J. a. an Lungenödem plötzlich verstorbenen gerichtlich obducirten Manne mit wucherndem atheromatösen Processe in der Aorta an und in den Fibrin-Coagulis in den Herzhöhlen in grosser Menge weissliche, opake, weiche zerfliessliche Knötchen und brombeerartige Agglomerate, welche aus jenen farblosen Elementen bestanden..

Es erinnert dies an Tomassini's Angabe (*Annal. de Ther. med. et chir. Juni 1844*) von *Crusta phlogist.* bei Aneurysmen grosser Gefässe.

Hat sich der atheromatöse Process begrenzt und ist das Atherom völlig in die Blutmasse aufgenommen, so werden die hievon gereinigten Stellen nicht selten von einer neuen Auflagerung überhäutet. Sie bleiben deprimirt und bekommen hiedurch so wie gelegenheitlich noch mehr durch eine an Ort und Stelle überwiegende Schrumpfung der sclerosirten Zellscheide des Gefässes ein narbenartiges Ansehen. Ueberdies bleibt nicht selten an den Rändern und der Basis des atheromatösen Substanzverlustes eine von Blutroth abzuleitende schiefergraue, schwärzlichgrüne, schwarze Färbung zurück. Man betrachtete diese Stellen als die Narben der vermeintlichen Arteriengeschwüre.

Das Atherom selbst geht bisweilen eine Metamorphose in Verkreidung ein; es wird allmählich eingedickt und zu einer amorphen mörtelartigen Concretion verwandelt. Sie ist von der gewöhnlichen sogenannten Arterien-Verknöcherung verschieden.

Der atheromatöse Process greift endlich in seltenen Fällen von dem Neugebilde (der Auflagerung) in und selbst durch die Ringfaserhaut der Arterie hindurch bis an die Zellscheide.

Vom Atherom ist das Auftreten von Fett in der recenten hellen Auflagerung, so wie auch nicht selten in der normalen inneren Gefässhaut, wie solches als weissliche Trübung in Form von Streifen, garben-, pinselartigen Zeichnungen u. dgl. (Bizot's *Taches rudimentaires*) häufig vorkömmt, in soferne wohl zu unterscheiden, als dieses Auftreten von Fett nie zu der Gewebs-Destruction führt, welche das Atherom involvirt.

Sebastian und Delpech vergleichen das Atherom dem Tuberkel. Für eine eiterartige Masse, welche Geschwüre veranlasst, hielten es ehedem Hodgson, Craigie, auch neuerlich Tiedemann.

Nach Bizot geht, in ziemlicher Uebereinstimmung mit unserer Ueberzeugung, das Atherom aus Erweichung der eiweissartigen Auflagerung hervor.

3. Eine dritte Metamorphose der Auflagerung ist die Verknöcherung derselben. Sie begreift die so gewöhnliche sogenannte Verknöcherung der Arterien Taf. I. *c.*

Sie hat Mancherlei mit dem atheromatösen Processe gemein; so findet sie immer nur in einer Auflagerung von ansehnlicherer Dicke Statt, und beginnt wie jener in deren tieferen Schichten. Diesen

Beginn bezeichnet für das freie Auge eine vermehrte, ins Fahle, Schmutziggelbe ziehende Trübung der opaken Auflagerung an einer Stelle von geringem Umfange, an welcher sofort ein kleines, meist rundliches Knochenplättchen entsteht, während jene vorbereitende Trübung von dieser Stelle aus sowohl ringsum weiter schreitet, als auch aus der Tiefe her in die inneren Schichten der Auflagerung greift.

Ist endlich von der Tiefe her auch die innerste Schichte der Auflagerung verknöchert, so kömmt die Knochenplatte auf der Innenfläche des Gefässes, und zwar zunächst mit ihrem dicksten Theile, dem ursprünglichen Verknöcherungspunkte, meist in Form eines rundlichen Scheibchens, nackt zum Vorschein, während sie ringsum von den noch nicht verknöcherten inneren Schichten der Auflagerung verdeckt ist. Unter solchen Umständen erscheint die (nicht verknöcherte) Auflagerung gegen die Peripherie der verdeckten Knochenplatte hin immer dicker und der dünnste Theil derselben umfasst das nackte Knochenscheibchen selbst und haftet innig an ihm, zuweilen an einem deutlichen, steil abgesetzten Rande desselben.

Bei weit vorgeschrittenem Verknöcherungs-Processe liegen endlich zahlreiche und umfängliche Knochen-Concretionen entblösst auf der Innenwand des Gefässes da. War die Metamorphose sehr ausgebreitet, so erscheint das Gefäss zuweilen in namhaften Strecken in der That zu einem knöchernen starren Rohre umgestaltet.

Die Form der Verknöcherung ist, zumal in grossen Arterien, die wir bisher vorzugsweise im Auge hatten, die von convex-concaven Platten, welche eine ziemlich glatte und ebene innere concave und eine rauhe höckerige äussere convexe Fläche und unregelmässige zackige, zackig-buchtige Ränder zeigen. Auf der rauhen (convexen) Seite derselben beobachtet man überdies ein nebst anderen besonders die Ungleichförmigkeit des Processes erläuterndes Verhalten. Die Knochenplatte ist nämlich daselbst wie wurmstichig, d. i. sie zeigt daselbst rauhe, wie ausgenagte Grübchen und Rinnen, selbst Canäle mit glatten oder rauhen Wänden. Sie rühren von der Ungleichförmigkeit des Verknöcherungs-Vorganges her und sind von nicht verknöcherter Auflagerung ausgefüllt, oder enthalten atheromatöse Substanz. Die glattwandigen Canäle endlich sind durch einen in der Auflagerung Statt gehabten Canalbildungs-Process, von dem im Verfolge die Rede sein wird, gegeben.

Ausserdem zeigt die convexe Seite der Knochenplatte auch dornige, knorrige Hervorragungen und Fortsätze, welche aus jenem Antheile der Auflagerung hervorgingen, welcher sich in die Lücken der auseinanderweichenden Ringfaserhaut einsenkte.

An den Stellen, wo Aeste von dem verknöcherten Arterienrohre abgehen, erscheint die Knochenplatte durchbohrt, wenn das Ostium des Gefässastes nicht durch die Auflagerung obliterirt worden war. Est ist jedoch das Ostium constant etwas kleiner, häufiger auch weniger rund, als im normalen Zustande, mehr länglich rund, spaltähnlich. Andere ähnliche Lücken in der Knochenplatte rühren von dem eben vorhin erwähnten in der Auflagerung Statt gehabten Canalisations-Processe her.

Häufig werden in grossen Arterien (im Aortenstamme, den Art. iliacis) die nackten Knochenplatten vom Blutstrome theilweise losgewühlt und ragen dann unter verschiedenen Winkeln aufgerichtet in das Gefässlumen herein. Ihre rauhen Ränder geben zur Anfilzung von Faserstoff in Form von granulirten und zottigen Vegetationen Veranlassung. In dünneren Arterien (z. B. Crural-Arterien u. s. f.) führen solche an die rauhe innere Gefässwand abgesetzte Gerinnungen nicht selten zur Obturation.

Die Arterien-Verknöcherung ist von Farbe gelblichweiss, gelb, in ihrem Gefüge im Allgemeinen von ansehnlicher Dichtigkeit und Härte; sie zeigt jedoch auf dem Schliffe theils durchscheinende härtere, theils weisse opake lockerere Stellen, wobei der Bruch an jenen glasartig, scharf, an diesen erdig erscheint. Sie kömmt zunächst mit der Verknöcherung der fibroiden Exsudate auf serösen Häuten u. dgl. überein und gehört gleich diesen in die Reihe der Knochen-Concretionen, d. i. solcher Knochenbildungen, welche nichts mit der wahren Knochentextur gemein haben. (Vergl. mein Handb. I. Bd. S. 269 und Beiträge zur Kenntniss der Verknöcherungs-Processe in der Zeitschr. der Gesellschaft d. Aerzte, 5. Jahrg., Aprilheft.)

Die Arterien-Verknöcherung ist mehrfach chemisch untersucht worden, nach Valentin und Lassaigne enthält sie nebst thierischer Materie, phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk, eine geringe Menge Schwefelsäure.

Bezüglich des Sitzes der Arterien-Verknöcherung ergiebt sich somit als ein die gewöhnliche Meinung berichtigendes Resultat, die Arterien-Verknöcherung sitze (entwickele sich) nicht unter der inneren Gefässhaut, zwischen dieser und der gelben (Ringfaser-) Haut, und atrophire sofort auch nicht jene, um nackt im Gefässe zum Vorscheine zu kommen, sondern sie sitze (entwickele sich) innerhalb der inneren Gefässhaut, im Parenchyme, in der Dicke der Auflagerung, sie komme sofort selbst nicht einmal in Folge von Atrophie der inneren Strata dieser letzteren, sondern zufolge der endlichen Verknöcherung auch dieser Strata nackt im Gefässe zum Vorschein. Dagegen werde immerhin die Ringfaserhaut unter der Knochenplatte verdünnt, atrophirt.

Die Verknöcherung ist sehr gewöhnlich neben dem atheromatösen Processe vorhanden und ich kann der Meinung Bizot's und Hasse's, dass sich diese beiden Vorgänge wechselseitig ausschliessen, nicht beistimmen. Nicht nur findet man an einer Arterie neben einander an verschiedenen Stellen hier diese, dort jene Metamorphose, sondern an einer und derselben Stelle ist eine Schichte der Auflagerung den atheromatösen Process, eine andere die Verknöcherung eingegangen. Daher findet man, wie schon oben (S. 7) angedeutet worden, die wie ausgenagt aussehenden Grübchen und Rinnen auf der äussern Seite der Knochenplatten von Atherom ausgefüllt, oder man sieht auch wohl gerade nicht gar zu selten eine Menge des letzteren auf der Innenseite der Knochenplatte aufsitzen, indem die Auflagerung in der Tiefe verknöcherte, in ihren inneren Schichten dagegen den atheromatösen Process einging. Es steht dies mit der so gewöhnlichen Combination vom Auftreten freien Fettes und Kalkincrustation — Verkreidung, Verknöcherung — überhaupt völlig im Einklange. (S. unser Handbuch der p. A., I. Bd., S. 266.)

Ausser der bisher geschilderten Verknöcherung der Arterien kömmt gelegenheitlich noch eine andere Form vor. Es sitzen nämlich gemeinhin auf der Innenfläche der Knochenplatten oder an deren nacktem losgewühlten Rande rauhe, mörtelartige Kalkmassen von meist geringem Umfange auf. Sie sind bald verkreidetes Atherom (S. 6), bald verkreidete Fibrin-Vegetationen.

Wie nach S. 6 Fett zuweilen auch in der normalen inneren Arterienhaut auftritt, so findet ein solches auch ohne oder bei nur unbeträchtlicher Auflagerung, namentlich ohne Atherom, in der Ringfaserhaut Statt. Die hierin begründete Schichtbarkeit und Zerreisslichkeit der Ringfaserhaut giebt eine der Bedingungen der spontanen Zerreissung grosser Arterien ab.

Auch die Entwickelung von Knochen-Concretion findet in der Ringfaserhaut selbst, unabhängig von der Auflagerung und ihrer Verknöcherung Statt. Es ist dies um so beachtenswerther, als es nur höchst selten, und zwar an Aorten bejahrter Personen vorkömmt. Jedoch machen hier die Crural-Arterien eine weitere Ausnahme, indem die so häufig an ihnen in Form von Ringen vorkommende Verknöcherung in der That der Ringfaserhaut eingeschaltet erscheint, sich auch ursprünglich in ihr entwickelt und sofort von da in die innere Gefässhaut und die etwa vorhandene Auflagerung greift. Demungeachtet kömmt aber auch hier die der Auflagerung zukommende Verknöcherung in Plattenform vor.

Nebst diesen Metamorphosen ist noch eine Erscheinung von vielem Interesse zu erwähnen, eine Erscheinung, welche bisher völlig unbeachtet geblieben ist. Sie besteht in Folgendem:

Bei einer genaueren Besichtigung der Innenfläche einer im höheren Grade erkrankten Arterie entdeckt man leicht hie und da kleine, etwa einer Nadelspitze, eines Mohnkornes grosse, aber oft genug auch grössere, hirsekorngrosse Oeffnungen in der Auflagerung. Sie ziehen an einer frischen Arterie die Aufmerksamkeit nicht selten dadurch auf sich, dass ihre Ränder von einiger Imbition geröthet sind, oder noch mehr dadurch, dass aus ihnen, nachdem man die Innenfläche des Gefässes gereiniget hat, zumal bei einem Drucke ein Tröpfchen Blut hervortritt. Taf. I, *d.* Sie sind gemeinhin rund, bisweilen jedoch auch oval, selten spaltähnlich, indem sie von der innersten Schichte der Auflagerung zum Theile gleichsam klappenartig verdeckt werden. Ja sie sind bisweilen von einer recenten Schichte Auflagerung völlig verdeckt und schimmern durch diese als Lücken mit ihrem Inhalte hindurch. Ihre Anzahl ist sehr verschieden, bald sind ihrer sehr viele, nahe beisammen, vorhanden, bald lässt sich mit freiem Auge nur mit Mühe eine oder die andere auffinden.

Man könnte sie leicht und um so eher für Gefässmündungen halten, je mehr solche, wie namentlich die Ostien der von der Aorta desc. thoracica abgehenden und anderer an Caliber ähnlichen Arterien durch die Auflagerung nicht selten zu kleinen den obgenannten Grössen gleichen Oeffnungen verengert sind, wenn man sie nicht an Stellen anträfe wo keine Gefässe abgehen, z. B. an dem aufsteigenden Aortenschenkel, und wenn nicht eine nähere Untersuchung alsbald das Gegentheil nachwiese.

Diese Oeffnungen führen in senkrechter oder in schiefer Richtung zu einem Canale, welcher die Auflagerung auf verschiedene Tiefe durchsetzt, und dabei ein verschiedenes Verhalten zeigt. Er endigt nämlich oft als einfacher Canal in verschiedener Tiefe der Auflagerung, gewöhnlicher dringt er durch die ganze Dicke derselben, bleibt einfach oder verzweigt sich, d. i. er giebt in ihr einen oder mehrere Aeste ab, welche meist in sehr schiefer Richtung und auf ansehnliche Entfernungen in die die Lücken der auseinandergewichenen Ringfaserhaut ausfüllende Auflagerung vordringen und hier endigen. Bezüglich des Verhältnisses der Lumina des Stammcanales und seiner Aeste beobachtet man, dass diese mit dem Stammcanale gewöhnlich gleiches Caliber haben; oft bietet der letztere hie und da in seinem Verlaufe eine Erweiterung dar, nicht selten ist einer oder mehrere Aeste weiter als der präsumtive Stammcanal.

In dieser Weise kömmt es in der Auflagerung zu vereinzelten Systemen von blutführenden Canälen, welche allmählich von verschiedenen Punkten her auf einander treffen und in Anastomose treten, vom Lumen der erkrankten Arterie her injicirt werden, und in dem Zustande von Injection auf der Innenfläche des Gefässes durch die Auflagerung hindurchschimmern. Taf. I, *d.*

Mit den Gefässen der Zellhaut der Arterie hängen oder anastomosiren diese Canäle nicht zusammen. Nebst den mit freiem Auge wahrnehmbaren Oeffnungen entdeckt man mit bewaffnetem Auge häufig viele andere.

Die Entstehung dieser Oeffnungen beruht ohne Zweifel auf demselben Resorptionsprocesse, durch welchen die Lücken oder Fenster in der sogenannten gefensterten Haut der Gefässe — einem physiologischen Gebilde — zu Stande kommen. Er bedingt in pathologischen Blastemen, und zwar in membranösen Ausbreitungen die Entstehung von Lücken, wie sie sich in der Auflagerung Taf. I, Fig. 5, Taf. II, Fig. 11 und 13 darstellen, in derben Blastemmassen die Entstehung von Poren und Canälen, eine schwammige, cavernöse Structur (vergl. mein Handbuch B. I, S. 151), und liegt, wie ich glaube, unter andern mancher sogenannten Vascularisation des Thrombus in unterbundenen Arterien, so wie der Faserstoff-Gerinnungen (Vegetationen) in den Herzhöhlen zum Grunde.

Eine andere Erscheinung ist die Zerklüftung der Auflagerung in ihren tieferen Schichten, welche an die zerklüftete Ringfaserhaut grenzen. Die dadurch gegebenen Räume fliessen endlich mit den im Vorigen besprochenen Canälen zusammen und ihre Entwickelung steht wahrscheinlich mit einer eigentlichen Vascularisation der Auflagerung im Zusammenhange. An den Wänden dieser Räume nimmt man nämlich feine Gefässe wahr, welche von den in der zerklüfteten Ringfaserhaut immer weiter vordringenden Gefässreisern herkommen. Zuweilen hat man Gelegenheit, die Neubildung dieser Gefässe nach Art jener in Pseudomembranen auf serösen Häuten zu beobachten, d. i. hie und da einen kleinen ecchymosenähnlichen Fleck an der Wand der Lücke zu sehen, von welchem feine sich verzweigende Blutströmchen ausgehen.

Diese beiden Zustände, namentlich aber die Canalisation ist es ohne Zweifel, welche, zu einem exquisiten Grade gediehen, jene Degeneration bedingen, welche Lobstein als Arteriomalacie aufführt, bei welcher die Wände der Arterie zu einem schwammigen, cavernösen Gefüge verwandelt sind, aus dem sich beim Drucke aus einer Unzahl von Oeffnungen Blut wie aus einem Schwamme ergiesst.

Alle die genannten Zustände finden sich häufig zugleich an einer Arterie vor. Taf. I.

Nachdem in dem bisher Gesagten das Neugebilde auf der inneren Arterienfläche und seine Metamorphosen geschildert worden, wende ich mich zu dem Verhalten der übrigen Arterienhäute. Es steht mit dem Neugebilde und seinen Umstaltungen in einem innigen Zusammenhange.

Beim Beginne der Auflagerung, und so lange diese noch keine erhebliche Dicke erlangt hat, zeigt die Ringfaserhaut keine sichtliche Veränderung, je dicker aber jene wird, je mehr namentlich Atherom und sogenannte Verknöcherung in ihr auftreten, desto deutlicher werden die nachstehenden Veränderungen derselben.

Allmählich stellt sich mit einer schmutzig-röthlichen oder bräunlichen, fahlen Entfärbung eine Lockerung ihres Gefüges ein, indem sie sich leichter in ihre Fasern und Plättchen zerfällen lässt. Zugleich wird sie in ihrer äusseren Schichte vascularisirt, feuchter, succulenter.

Unter einer Auflagerung von beträchtlicher Dicke mit vorgeschrittenem atheromatösen und Verknöcherungs-Processe erscheint die Ringfaserhaut schmutzig-braun, rost- oder bierhefen-farbig, wie der Durchschnitt zeigt, zerklüftet Taf. I, *e*, feuchter, morsch, zerreisslich. Sie lässt sich sehr leicht in faserartige Plättchen spalten, welche matt, trübe aussehen, matsch und weich sind.

Die mikroskopische Untersuchnng lehrt, dass die Bestandtheile derselben leicht auseinander fallen; im Gegensatze zu den Schwierigkeiten, welche ihre Isolirung im normalen Zustande hat, sieht man die elastischen Lamellen und die Muskelfasern gesondert, ja diese selbst auseinander gefallen, vereinzelt. Sie sehen oft augenscheinlich collabirt aus, und neben ihnen sind bald in geringerer, bald in grosser Anzahl freie Kerne derselben zugegen; zuweilen finden sich auch Bruchstücke der Muskelfasern mit abgebrochen aussehenden Enden vor. Taf. III, Fig. 14, 15. Auf den elastischen Platten liegen vereinzelt oder in Conglomeraten Fettmolekeln von verschiedenen Grössen, oft so zahlreich und dicht, dass das Gewebe unkenntlich geworden ist. Oft sind ihnen Cholestearintafeln und sehr oft braunes Pigment beigemischt. Taf. III, Fig. 14, 17. Mit dieser Entartung verliert die Ringfaserhaut ihre Resistenz und Elasticität, giebt dem Drucke der Blutsäule nach und das Gefäss erweitert sich. Bei dieser Erweiterung verliert die Ringfaserhaut an Mächtigkeit und wird, bald gleichförmig in grossen Strecken, bald vorwaltend an einzelnen Stellen, dünner.

Bei höheren Graden der Gefäss-Erweiterung weicht ihre Faserung sofort auseinander und in die hiebei entstehenden Lücken senkt sich einerseits die Auflagerung, andererseits von aussen her die gemeinhin schwielig gewordene (sclerosirte) Zellscheide ein. Beide kommen endlich in Berührung und verwachsen mit einander. Taf. I, *e*. — Untersucht man an solchen Gefässen die Ringfaserhaut näher, so sieht man an den abgezogenen Plättchen immer zahlreiche in sich gerollte und zusammengeballte Bruchstücke der elastischen Lamellen haften. Taf. III, Fig. 16. Ausserdem findet sie sich oft von Anhäufungen glänzender Kerne, wie von Bindegeweben neuer Bildung durchsetzt.

Zum atheromatösen und zu dem Verknöcherungs-Processe in der Auflagerung tritt die Ringfaserhaut in folgende directe Beziehung: Der atheromatöse Process greift nicht selten von der Auflagerung aus in die Ringfaserhaut und destruirt diese, womit zuweilen ein an die Zellscheide reichender Substanzverlust, eine Durchbohrung der beiden inneren Arterienhäute im Sinne der älteren Anatomie gegeben ist. (S. 6.)

Die in und aus der Auflagerung entwickelten Knochenplatten atrophiren durch Druck die Ringfaserhaut oder sie greifen gewöhnlicher mit den Rauhigkeiten ihrer convexen äussern Seite sichtlich in die Lücken der auseinander gewichenen Faserung derselben — ja es sind diese Dornen und Knorren augenscheinlich nichts anderes, als der verknöcherte in jene Lücken eingesenkte Antheil der Auflagerung (S. 7).

Die Zellscheide (zellig-elastische Scheide) des Gefässes findet man beim Beginne der Auflagerung constant, bei geringeren Graden derselben sehr häufig normal. Bei den höheren Graden dagegen findet man sie gemeinhin in einem Zustande von chronischer Entzündung verschiedenen Grades, d. i. von Vascularisation, Röthung, Infiltration und Wulstung, oder sie ist im Gefolge einer solchen verdickt und verdichtet, zu einem weissen schwieligen Gewebe verwandelt (sclerosirt), welches mit der Ringfaserhaut oder innerhalb deren Lücken — wo sie auseinanderwich — mit der Auflagerung verwachsen ist. Bisweilen entdeckt man in ihr an der Aorta eine eigenthümliche sie verstärkende fibroide Neubildung, welche in

ringförmig um das Gefäss herumgehenden rundlichen, bläulich-weissen $^1/_6$ — $^1/_2$''' dicken Strängen besteht. Dieser Zustand der Zellscheide steht seinem Grade nach durchaus nicht in einem directen Verhältnisse zu dem Grade der Auflagerung und ihrer Metamorphose, es trifft nämlich häufig einmal ein geringerer Grad von Auflagerung mit einem exquisiten Grade von Entzündung der Zellscheide und ihrem Ausgange in Sclerose, das andere Mal ein sehr hoher Grad von Auflagerung, atheromatösem Process und Verknöcherung, Zerklüftung der Ringfaserhaut mit Entzündung der Zellscheide mässigeren Grades zusammen.

Die Entzündung der Zellscheide greift, wie der obgedachte Befund der Ringfaserhaut erweist, in diese. In seltenen Fällen setzt sie eiteriges Exsudat und in einzelnen ausserordentlich seltenen Fällen zeigen sich derlei Herde auch in der Ringfaserhaut, welche an und selbst in die Auflagerung vordringen.

Nach dieser Schilderung ist zunächst das Vorkommen der Auflagerung nach Ausbreitung und Localität von Interesse. Es dürfte für diese Angaben hier der schicklichste Ort sein, indem dieselben einerseits geradezu zur Physiographie gehören, und andererseits die Grundlagen der Verhandlung über das Wesen der Krankheit, über das Verhältniss der sie nach dem bisher Gesagten zusammensetzenden Elemente zu einander und über die Productionsweise der Auflagerung abgeben.

Die Auflagerung kömmt bisweilen als eine örtliche an gewissen Stellen des Arteriensystems und zwar zunächst der Aorta vor. Solche sind vor Allen die seichte Einknickung des Aortenstammes an seiner Abbiegung über dem linken Bronchus, nebst dem die Begrenzung der Klappensinus in der Höhe der freien Ränder der Klappen und diese Sinus selbst, ferner die Stelle über der Bifurcation der Aorta und zwar an der hintern Aortenwand, — endlich jede wie immer zu Stande gekommene Erweiterung — Aneurysma — einer Arterie.

Oder es erscheint die Auflagerung über eine ganze Strecke eines Arterienrohres, über einen Abschnitt des Arteriensystems, oder über das ganze Arteriensystem ausgebreitet, indem sie eine zusammenhängende, gewöhnlich jedoch nicht gleichförmig dicke Lage auf der Innenfläche der Gefässe darstellt. Auch hier, und zwar gerade ganz vorzüglich hier sind es gewisse Localitäten, an denen die Auflagerung ihrer Masse nach augenfällig überwiegt. Diese sind nebst den obgenannten die Stellen über der dichotomen Theilung eines Arterienrohres und ganz besonders die Umgebung der Gefäss-Ostien, zumal in deren oberen, d. i. in dem von dem Winkel, unter dem sich der Blutstrom nach dem Gefäss-Aste abbiegt, begriffenen Umfange. Die Auflagerung ist desto bedeutender, je kleiner dieser Brechungswinkel ist, wie dies namentlich die Ostien der Intercostal-Aeste des Aortenstammes zeigen, welche so gewöhnlich dadurch ansehnlich verengert und verschlossen werden. Eben so bildet sich über den vorragenden Buckeln alter Auflagerung eine neue gemeinhin in überwiegender Dicke an.

Vereinzelte Plaques zeigen nicht selten an manchen Stellen bestimmte der Blutströmung entsprechende Reliefs, so z. B. sieht man an jenen über der Bifurcation der Abdominal-Aorta zuweilen ein Relief, welches darin besteht, dass von einer senkrechten, kielförmigen Vorragung beiderseits schief in der Richtung nach den Iliacis Rinnen und Leisten herabstreichen.

So sehr auch dem eben Gesagten zufolge die überwiegenden localen Anhäufungen der Auflagerung durch mechanische Momente begünstigt werden, so lässt sich doch aus solchen, wie schon hier einleuchtet, eine ausgebreitete Auflagerung keineswegs begreifen, und es muss daher ein viel wichtigeres inneres Moment ihrer Entstehung geben.

Die Auflagerung kömmt namentlich als eine von mechanischen Momenten unabhängige constitutionelle Erkrankung nur im Arterien- und zwar im Aorten-Systeme vor, und dies steht mit dem Vorkommen von Gefäss-Verknöcherung, von Aneurysma-Bildung im Aortensysteme als consecutiven Anomalien völlig im Einklange.

Die Häufigkeit der Auflagerung in den einzelnen Abschnitten des Aortensystems ist zwar eine differente; demungeachtet lege ich auf eine Häufigkeitsskale einen nur untergeordneten Werth, indem sie,

je tiefer man in ihr herabsteigt, desto mehr nur vorstechende Erkrankungsgrade eines gewissen Abschnittes des Systems neben einer ausgebreiteteren Affection desselben angiebt. Es wird nämlich neben solchen meisthin das ganze Arteriensystem, namentlich aber der Aortenstamm erkrankt sein.

Unsere Erfahrungen stimmen beiläufig mit den vorzugsweise auf Verknöcherung und atheromatösen Process berechneten Skalen von Lobstein und Bizot überein.

Am allerhäufigsten erkrankt der Aortenstamm, an ihm selbst zunächst der aufsteigende Aortenschenkel und der Aorten-Bogen, dann die A. thoracica und abdominalis. Hierauf folgen die A. linealis, die A. iliacae und crurales, die A. coronariae cordis, die Stämme der Hirn-Arterien innerhalb der Schädelhöhle (Carotiden und Vertebrales) und ihre Verzweigung, die Art. uterinae, die A. brachialis mit ihrer Verästelung, die A. spermaticae int., die A. Carotis com., die A. hypogastrica.

Es ist merkwürdig, dass gewisse Arterien überhaupt nur höchst selten und selbst dann gemeinhin (d. i. mit höchst seltenen Ausnahmen) nur in untergeordnetem Grade erkranken. Hieher gehören der Stamm der A. coeliaca, noch mehr die A. coronariae ventriculi, die A. hepatica, etwas weniger die A. mesentericae. Wir haben jedoch alle diese Arterien in einzelnen seltenen Fällen in beträchtlichem Grade erkrankt gesehen.

Bizot hat auf ein symmetrisches Auftreten der Krankheit aufmerksam gemacht.

Höchst selten ist die Krankheit im Systeme der Lungenarterie; ist es der Fall, so wird nach unseren Beobachtungen immer auch das Aortensystem, und zwar zunächst der Aortenstamm, gewöhnlich in einem ungleich beträchtlicheren Grade, erkrankt sein. — Ein hieher gehöriges Beispiel giebt die 12. Beobachtung. Taf. XII.

So sehr ich mich auch auf die Arterien zu beschränken wünsche, so ist doch das Verhalten der Venen in Bezug der in Rede stehenden Erkrankung jedenfalls von solcher Folgewichtigkeit, dass ich dessen hier ausdrücklich, wenn auch mit Vorbehalt einer späteren Erörterung, erwähnen muss.

Eine Auflagerung gleich jener in den Arterien kömmt in den Venen nie als constitutionelle in jener Ausbreitung, nie in jenem Grade vor, wie in den Arterien, und im Vergleiche mit diesen überhaupt sehr selten vor. Immer beobachtet man sie nur in Venen, die in Folge mechanischer Hindernisse oder in Folge von chronischer, wiederholter Entzündung varicös geworden sind. Daneben ist es ein Ereigniss von vielem Interesse, dass die Auflagerung in der Vene einen höheren Grad erreicht unter der Bedingung, dass arteriöses Blut in dieselbe einströmt, wie dies bei dem sogenannten Aneurysma varicosum der Fall ist.

Die Verknöcherung der Vene, welche in seltenen Fällen in Form vereinzelter Inseln beobachtet wird, entwickelt sich allem Anscheine nach nicht in der Auflagerung, sondern betrifft die Venenhäute selbst. Es gilt dies vorzüglich von den Verknöcherungen der Cruralvene, neben welcher eben auch die Arterie in ihren Häuten verknöchert. Es stimmt hierzu die hergebrachte Beobachtung, dass die Vene zunächst ihre Verknöcherung an jener Seite zeigt, mit der sie an der verknöchernden Arterie anliegt.

Dagegen kömmt in den Venen häufig, jedoch eben auch vor Allen in localen mechanischen Verhältnissen begründet, eine krankhafte Bildung vor, welche, unserer Meinung zufolge, bei aller erschiedenheit der äussern Form ihrem Wesen nach mit der Auflagerung eins ist. Es sind dies die Venensteine. Sie sollen als eines der wichtigsten Analoga der Auflagerung im Verfolge etwas ausführlicher betrachtet werden.

Frägt es sich nach der Erörterung von Thatsachen um das Wesen der Krankheit, so ist vor Allen zu eruiren, wie die Auflagerung zu Stande komme, d. i. zu entscheiden, ob die Auflagerung das Product einer Entzündung der Arterienhäute sei oder nicht. Ist sie es nicht, so kann sie nur durch eine unmittelbare (endogene) Ausscheidung aus dem Blute des erkrankten Gefässes gegeben sein.

Gegen die Ansicht, dass die Auflagerung das Product einer Entzündung der Gefässhäute sei, muss man anführen:

1. Das Vorkommen einer Entzündung, bei welcher, wie bei Phlebitis, die in den entzündungsfähigen vascularisirten Häuten der Arterie gebildeten Producte der Entzündung durch die, mindestens ihrer grössten Dicke nach, gefässlose Ringfaserhaut und durch die die innere Gefässhaut constituirenden Schichten

hindurch geführt wurden, um sich auf der Innenfläche des Gefässes frei zu ergiessen, muss ich wenigstens für den Aortenstamm in Anbetracht der Mächtigkeit der gefässlosen Schichte der Ringfaserhaut und der Dichtigkeit ihrer Textur bezweifeln, ja ich muss dieselbe auf Grundlage einer entsprechenden negativen Erfahrung läugnen. (Vergl. mein Handb. Bd. II, S. 523.)

Die Auflagerung selbst als gefässloses Gebilde ist keiner Entzündung fähig. Ist eine Auflagerung vorhanden, so wird die Durchführung eines Entzündungsproductes immer schwieriger zu begreifen, je dicker sie bereits geworden ist. Und doch müsste es so sein, indem immer die innerste Schichte der Auflagerung sich als das jüngste Erzeugniss darstellt.

2. Man findet in der That im Beginne der Auflagerung, ja selbst bei beträchtlicher Masse derselben keine Spur von Entzündung der Zellscheide, und eben so wenig lassen sich etwaige Residuen und Folgen einer solchen in der Zellscheide oder im Gewebe der Ringfaserhaut entdecken. — Wo eine Entzündung vorhanden ist, ist sie als consecutive zur Auflagerung und Erkrankung der Ringfaserhaut hinzugetreten. — Schon Lobstein mochte die Krankheit (seine Arteriosclerose) nicht von Entzündung ableiten, weil er keine dabei gesehen hat.

3. Die Auflagerung kommt auch in den feinen (arteriösen) Gefässen vor, welche keiner Entzündung fähig sind, und in deren Umgebung gewiss auch keine Entzündung Statt hatte, z. B. im Gehirne.

4. Die Abwesenheit aller Erscheinungen von Aufnahme eines Entzündungsproductes in die Blutmasse im Lebenden sowohl, wie an der Leiche. — Von der indifferenten Natur des Atheroms war bereits die Rede gewesen.

5. Endlich die Abwesenheit aller anatomischen Erscheinungen, die man an einem in dem hier gesetzten Sinne entzündeten Gefässrohre wahrnimmt, wohin namentlich Gerinnung der Blutsäule in demselben, Obturation und endliche Obliteration des Gefässes mittelst derselben gehören.

Allem diesem gegenüber sprechen für eine endogene Ausscheidung der Auflagerung in positiver Weise:

1. Der Umstand, dass die jüngsten Schichten der Auflagerung immer die innersten sind — sie bilden sich in dem S. 4 charakterisirten Zustande von innen her an die schon bestehenden an.

2. Das so häufig in mechanischen Verhältnissen begründete Zustandekommen der Auflagerung, z. B. an bestimmten Stellen des Aortensystems überhaupt, und die noch häufigere, ebenso begründete überwiegende Dicke der Auflagerung an manchen Stellen, z. B. an den Ostien der Gefäss-Aeste (vgl. S. 11), an den vorspringenden Inseln opaker Auflagerung.

3. Die nicht seltene Ausbreitung der Krankheit über das ganze Aortensystem.

4. Endlich mancherlei Analoga der Auflagerung nach ihrem anatomischen Befunde sowohl, wie auch nach ihrer Entstehungsweise.

Hier scheint der geeignetste Ort, die wichtigsten Analoga ausführlicher zu erörtern; sie sind:

1. Der sogenannte Venenstein (Plebolith) — die bekannten, so häufig, besonders in den Venen der Beckenorgane beiderlei Geschlechtes, vorkommenden runden, länglichrunden, walzenförmigen Concretionen von Hirsekorn- bis Erbsen-Grösse und darüber, bestehend aus einer concentrischen weissen Schichtung um einen farbigen rostbraunen, braungelben (centralen) Kern. Sie entstehen, indem sich um eine kleine farbige (blutkörperchenhaltige) Faserstoffgerinnung als Kern in concentrischer Weise nach einander Schichten einer Substanz anbilden, welche anfangs hyalin ist, allmählich opak, dem geronnenen Eiweisse ähnlich wird, und endlich mit Beibehaltung der Schichtung verknöchert. Meisthin trifft man die äusseren Schichten noch unverknöchert, ja in der Regel ist die äusserste als die jüngste hyalin.

Bisweilen ist die concentrische Schichtung nicht vollständig, indem der Venenstein eine oder die andere Lücke in Form eines grubigen, glatten Substanzmangels zeigt. Solche Lücken rühren von dem sogenannten Schweife des Venensteines, einem vergänglichen, während seiner Anwesenheit die Auflagerung neuer Schichten an seiner Insertionsstelle unterbrechenden Gebilde her. Sie sind nicht mit andern rauh und wie ausgenagt aussehenden, durch Atherom herbeigeführten Lücken zu verwechseln.

Das auf eben gesagte Weise zu Stande gekommene Weichgebilde entspricht, meinem Dafürhalten nach bis auf die Form, der Auflagerung in der Arterie. An Metamorphosen kommen ihm zu die sogenannte Verknöcherung, durch die es eben zum Venensteine wird, die gleich jener der Auflagerung in der Arterie von den tiefsten ältesten Schichten ausgeht, und sodann der atheromatöse Process. Dieser ist zwar im Vergleiche mit der Verknöcherung selten, indess findet man oft genug unter vielen Venensteinen eine oder die andere Concretion mit ausgenagt aussehenden Lücken, in denen die Masse des Atheroms in verschiedener Menge haftet.

2. Fibringerinnungen in den Herzhöhlen, zu einem fibroiden Tumor umstaltet, werden bisweilen von einer dem Endocardium analogen Schichte neuer Bildung überkleidet, welche, indem sie von dem Tumor auf die Herzwand tritt, zur Befestigung derselben an dieser beiträgt; sie kann den Anschein veranlassen, als hätte sich der Tumor unter dem innern Herzvelamente entwickelt. — Auch der Thrombus in unterbundenen Arterien und Coagula innerhalb der Gefässe überhaupt werden eben mittelst eines solchen ohne alle Intervenienz von Entzündung der Gefässhäute zu Stande gekommenen Gebildes an die Gefässwand fixirt.

3. Das Aneurysma mixtum (ext.) und das Aneurysma spurium circumscriptum wird von einer durchaus der Auflagerung gleichen Schichte, welche die innere Gefässhaut vertritt, ausgekleidet.

4. Endlich kommt ein der Auflagerung namentlich nach endogener Productionsweise analoges Gebilde ausserhalb des Gefässsystems vor; es ist dies das die Innenwand vieler Cysten und cystenartig erkrankter schleimhäutiger Canäle und Behälter — der Gallenblase, der Tuba, beim sogenannten Hydrops cystidis felleae, tubarius — auskleidende, aus dem Inhalte dieser Gebilde ausgeschiedene starre Blastem. Es entwickelt sich zu fibroider Textur, es verknöchert bisweilen, und nächst den Cysten habe ich auch an der Gallenblase den atheromatösen Process darin gesehen.

Aus dem Gesagten geht denn hervor: 1. Die in Rede stehende Erkrankung der Arterien bestehe in der endogenen Ausscheidung eines erstarrenden Blastems aus dem Blute auf die Innenfläche der Arterie, was oben Auflagerungsprocess, Auflagerung genannt wurde, — eines Blastems, welches ähnlich anderen, folgende Metamorphosen eingeht:

a) Eine Entwickelung zu Gewebe, und zwar zu bindegewebeartig gefaserten, oder auch zu elastischen der gefensterten und Längsfaserschichte der inneren Gefässhaut ähnlichen Lamellen. Sie erweist sich als Analogon der inneren Gefässhaut überdies dadurch, dass sie die durch den atheromatösen Process gesetzten Substanzverluste in der Gefässwand, die Risse der beiden inneren Arterienhäute beim sogenannten Aneur. dissecting überhäutet, dass sie, wie im Gefolge erwähnt werden soll, die Zugangsöffnungen der von Fibrin ausgestopften, schrumpfenden, verödenden Aneurysmen überzieht, dass sie endlich sich überall anbildet, wo sich extravasirendes arterielles Blut in und durch die Gewebe Bahn gebrochen und ein A. spurium circumscriptum constituirt.

b) Die Umwandlung zum Atherom, als sogenannte Fettmetamorphose.

c) Die Verknöcherung.

2. Im Gefolge der Auflagerung und ihrer Metamorphosen erkranke die Ringfaserhaut, indem sich der Zusammenhang der sie constituirenden Muskelfasern und elastischen Lamellen vermindert, zwischen denselben moleculares Fett auftritt, wobei sie fahl, schmutzig-bräunlichgelb, morsch und brüchig wird, auseinander weicht und zerklüftet.

3. Hiezu trete endlich eine chronische Entzündung der Zellscheide, welche Hypertrophie, Sclerose und Verwachsung derselben mit der Ringfaserhaut und mit der in die Lücken der auseinanderweichenden Ringfaserung hereintretenden Auflagerung veranlasst — ein Vorgang, welcher eine den Verlust an Cohäsion und Widerstandskraft der Ringfaserhaut compensirende Verstärkung der Arterienwand bedingt, und eine rasche zu Zerreissung führende Erweiterung des Gefässrohres hemmt.

Die Frage, was den Grund der Entstehung der Auflagerung enthalte, ist von einleuchtender Wichtigkeit, jedoch lassen sich zu ihrer Lösung zur Stunde nur spärliche Beiträge geben.

Man sieht leicht, wie mechanische Momente allerdings die Entstehung der Auflagerung selbst im venösen Systeme veranlassen und begünstigen, man wird aber andererseits eben so leicht überzeugt, dass sie auch völlig ohne solche zu Stande komme. Ich möchte die Krankheit dann eine constitutionelle nennen. (S. 11.)

Eine beachtenswerthe Erscheinung ist, dass die Krankheit, namentlich als constitutionelle, nur im arteriösen Systeme vorkommt, und dass sie sich in der Vene ganz vorzüglich dann entwickelt, wenn arteriöses Blut in sie einströmt. Es muss also arterielles Blut ganz vorzüglich, ja, ohne Concurrenz mechanischer Momente ausschliesslich zur Ausscheidung der Auflagerung geeignet sein. Allein ausserdem muss das arterielle Blut noch in besonderer Weise anomal constituirt sein, denn sonst würde die Auflagerung ein normaler Zustand sein. Die Ableitung der Krankheit von Gicht und anderen dergleichen Anomalien, wie man sie zumal der Arterien-Verknöcherung und dem Aneurysma zu Grunde legte, kann unsere Zeit in keiner Weise befriedigen.

In Bezug des Verhaltens gegen andere dyscrasische Processe bietet die Krankheit nur Geringes und nicht auffallend Ausgeprägtes dar. Ein ausschliessendes Verhalten zeigt die Krankheit ziemlich gegen Tuberkulosis; als Grund hiervon liesse sich vorläufig vermuthen, dass durch die Auflagerung das Materiale für Tuberkel im Blute erschöpft werde. Dagegen kommt neben ihr öfter excedirende Fettbildung und zwar zumal in der nächsten Umgebung des erkrankten Gefässrohres vor.

Die Krankheit entwickelt sich meist unvermerkt, verläuft gemeinhin chronisch und gelangt nur allmählich zu höheren Graden; bisweilen scheint jedoch ein solcher in ziemlich rascher Weise zu Stande zu kommen. Manche Fälle lassen glauben, dass auch eine rasche Ausscheidung der Auflagerung im Verlaufe acuter Krankheit Statt habe.

Bizot, welcher die Auflagerung für ein Product der krankhaften Secretion der inneren Gefässhaut, für eine entzündliche Erscheinung hält, führt drei Beobachtungen an, wo sich im Gefolge acuter, fieberhafter Erscheinungen nach dem Tode eine Gallertschichte durch alle Arterien ausgebreitet finden liess.

Die Folgen dieser Arterienkrankheit sind sehr wichtig, sie stellen zum Theile Anomalien dar, welche in den folgenden Capiteln im Besondern zur Erörterung kommen.

In Bezug auf Alter findet man die Krankheit gewöhnlich an Individuen aus der vorgerückten Lebensperiode, es ist jedoch dadurch nicht erwiesen, dass sie dieser besonders angehören; man findet sie nämlich eben auch sehr oft in Leichen aus der mittleren Lebensperiode, zuweilen kommt sie, selbst ohne mechanische Bedingungen, in jugendlichen Individuen, schon vor den zwanziger Jahren vor. In Bezug auf Geschlecht wiegt sie immerhin merklich auf Seiten des männlichen Geschlechtes vor.

a) Die gewöhnlichste Folge ist Erweiterung des erkrankten Gefässrohres, eines erkrankten ganzen Abschnittes des Arterien-Systems — die Krankheit ist die ganz gewöhnliche, eigentliche Grundlage des spontanen Aneurysma.

Nach diesem und dem Folgenden ist die Ansicht von N. Chevers (London Gaz. Aug. 1845), dass jene Partie eines erkrankten Gefässes, welche am wenigsten in ihren Häuten degenerirt ist und sich somit am meisten dem Normale nähert, am ehesten aneurysmatisch werde, zu beurtheilen. Eben so ergiebt sich, was man davon zu halten hat, wenn er meint, die fibro-cartilaginösen und knochenartigen Platten innerhalb der Häute der erweiterten Arterie seien nicht insgesammt für eine Krankheit, sondern als ein weises Bestreben der Natur anzusehen, die Berstung oder das Zustandekommen eines Aneurysma hintanzuhalten.

b) Eine andere Folge ist die Verengerung, ja die gänzliche Verschliessung der Ostien der von der erkrankten Arterie abtretenden Gefäss-Aeste. Sie betrifft selbst die Ostien von Gefäss-Aesten ersten Ranges und ist eines der in vieler Hinsicht beachtenswerthesten Ergebnisse einer excedirenden Auflagerung. Taf. IX und Taf. XI. Es wird hievon, gleich wie von dem Vorigen in den nächsten den Anomalien des Calibers gewidmeten Abschnitten die Rede sein.

c) Es werden Arterien von geringerem Caliber selbst, in grösseren oder kleineren Strecken, wenn sie verknöchert und keiner Erweiterung fähig sind, von einer fortgesetzten Auflagerung ausgefüllt und verschlossen.

Dies sind die nächsten Folgen für die Gefässe selbst; die weiteren Folgen richten sich in Betreff ihrer Intensität und Artung nach dem Grade und der Natur jener, in Betreff ihrer Ausbreitung wenigstens zum Theile nach dem Sitze derselben.

Auch an den Aorten-Klappen kommt die Auflagerung vor, ja selbst im Herzen beobachtet man eine von endocarditischen Producten zu unterscheidende Anbildung eines in seiner Gewebsumstaltung das Endocardium nachahmenden Blastems. Die vorgenannten Klappen werden hiebei oft in hohem Grade verdickt, plump, an die Gefässwand und an einandergelöthet und überdies in Folge der fibroiden Gewebsumstaltung und Schrumpfung, der Verknöcherung in verschiedener Weise misstaltet. Immer ist hiebei die Aorta oder ein grösserer Abschnitt des Arterien-Systems erkrankt. Sie kommt (vergl. S. 15) allerdings besonders in der vorgerückten Lebensperiode, aber auch nicht selten in den mittleren Jahren und selbst in der Jugend vor, und liegt den namentlich in bejahrten Individuen sich allmählich entwickelnden, von keiner luculenten Klappen-Entzündung abzuleitenden Stenosen und Insufficienzen im Ostium aorticum zu Grunde.

II. Aneurysma.

Die Benennung Aneurysma umfasst neben den eigentlichen Erweiterungen der Arterie auch manche andere Zustände, welche nichts weniger als Aneurysmen sind, ihrer Aehnlichkeit wegen aber ihnen zeither beigezählt wurden.

Die nächstfolgende Erörterung soll dem eigentlichen Aneurysma, d. i. einer die gesammte Arterienwand oder auch nur eine der sie constituirenden Schichten betreffenden Ausbuchtung gewidmet sein, und es ist somit das A. spurium (mit Einschluss des A. varicosum) ausgeschieden. Selbst das sogenannte A. dissecting sei auf ein Späteres verwiesen, obgleich seine Beziehungen zu dem eigentlichen Aneurysma bei diesem nicht unerwähnt bleiben können.

A. Das spontane Aneurysma.

Das spontane Aneurysma, zum Unterschiede vom A. traumaticum, ist in einer von äusserer mechanischer Einwirkung unabhängigen Erkrankung der Arterienhäute begründet.

Die sämmtlichen spontanen Aneurysmen lassen sich bezüglich ihrer ursächlichen Grundlage — wenn man von den ohne erhebliche Texturveränderung im vorgerückten Alter, oder in Folge von mechanischen Hindernissen, zumal in der aufsteigenden Aorta und im Lungenarterien-Stamme und seinen Aesten auftretenden gleichmässigen Erweiterungen, wenn man ferner von den an Aesten und Zweigen der Lungenarterie vorkommenden Ausbuchtungen nach dem Raume einer Caverne herein, bedingt durch Wegnahme des stützenden Gewebes und Imbibition der Gefässhäute mit dem ulcerösen Inhalte der Caverne, absieht — auf folgende zurückführen, d. i. ihre Grundlagen sind:

1. Entzündung und Eiterherd in der Arterienwand. Ein hieher gehöriger Befund von grosser Seltenheit ist in der ersten Beobachtung (Taf. IV) enthalten. Er besteht in Eiterherden in der Ringfaserhaut und der Zellscheide der Aorta, in ulceröser Proforation der beiden inneren Arterienhäute und Ausdehnung der Zellscheide zu einem A. mixtum ext.

Schon früher habe ich in zwei Fällen, wovon der eine in Tafel V (2. Beobachtung) dargestellt ist, einmal an der Aorta abdom. oberhalb dem Ursprunge der A. coeliaca ein Loch, das andere Mal an der A. desc. thor. zwei Löcher in der inneren und Ringfaserhaut gefunden, über welchen die Zellscheide zu einem Sacke ausgebuchtet war, — daneben eine nur höchst unbedeutende Auflagerung, nirgend ein Atherom derselben. Bei aller Aehnlichkeit des Zustandes mit dem mit einem Halse aufsitzenden Aneurysma

bot derselbe doch schon auf den ersten Anblick, zumal bei der sonstigen Normalität der Arterie, so viel Eigenartiges dar, dass man an eine von der des gewöhnlichen mit einem Halse aufsitzenden Aneurysma verschiedene Entstehungsweise denken musste. Und zwar um so mehr, als die beiden inneren Schichten — eine dünne Auflagerung und die Ringfaserhaut — in dem etwas unregelmässigen, zackigen Loche zwar nach aussen umgeschlagen, allein bei weitem nicht in der Weise, wie im Halse des genuinen mit einem Halse aufsitzenden Aneurysma, genau an die Gefässwand, als Duplicatur derselben angeschlossen waren und die Ringfaserhaut jenseits des Loches nicht mit allmählicher Verdünnung, sondern mit einem Male und in ihrer ganzen Dicke abgesetzt endigte. Ueberdies war in der vorgedachten zweiten Beobachtung der Sack der Zellscheide durch das zerwühlte Ansehen im Inneren auffallend.

Der Fall der ersten Beobachtung (Taf. IV) klärte hierüber auf. Das Loch in der Aortawand sitzt zwar inmitten einer eben hier besonders angehäuften, zum Theile ossificirten Auflagerung, allein diese ist eben von älterem Datum, die in der Ringfaserhaut vorfindigen Eiterheerde (*f*, *g*) gleich dem in der Zellscheide (*e*) dagegen recent und es kann nicht zweifelhaft sein, dass diese die Perforation zu Stande brachten. Auch hier findet man die beiden inneren Schichten, d. i. Auflagerung (innere Gefässhaut) und Ringfaserhaut nach aussen umgeworfen, sie hören auch hier plötzlich auf und sind durch zwischen sie eingedrungenes Blut auseinander gehalten.

Demnach giebt es ein Aneurysma in Folge ulceröser Entzündung der Arterienwand. — Es muss noch im Verfolge bei dem spontanen mit einem Halse aufsitzenden Aneurysma berücksichtigt werden, es muss ferner, namentlich beim traumatischen A. Erwähnung finden.

Eine Infection der Blutmasse von dem perforirenden Eiterheerde in der Arterienwand her wird in dem eben erwähnten Falle der ersten Beobachtung durch den Eiterheerd in der Milz mindestens höchst wahrscheinlich.

2. S p o n t a n e Z e r r e i s s u n g d e r b e i d e n i n n e r e n A r t e r i e n h ä u t e. Die seltene Heilung der Zerreissung des Aortenstammes (des sogenannten A. dissecting) erfolgt zuweilen mit einer bleibenden umschriebenen, sackigen Ausbuchtung der Zellscheide (Taf. XVIII *B* und Taf. XXI). Es wird hievon bei den spontanen Zerreissungen grosser Arterien die Rede sein. Ausserdem begründet die dritte Beobachtung (Taf. VI) ein Aneurysma mixtum ext. an kleineren Arterien in Zerreissung der beiden inneren Arterienhäute, in sehr variabeln, der Länge des Risses in der Ringfaserhaut entsprechenden Formen, unter denen auch die des mit einem Halse aufsitzenden Aneurysma häufig vorkommt. Dieser eben gedachten Beobachtung von ausgebreiteter Aneurysmabildung ohne der im Nächstfolgenden aufzuführenden Grundlage des Aneurysma am Aortenstamme und an grossen Arterien muss ich noch zwei Fälle an die Seite stellen, welche mir aus älterer Zeit erinnerlich sind, in welchen sich unter ähnlichen Umständen einmal Aneurysmen an der A. hepatica, linealis und mesent. sup., das andere Mal an den A. gastroepiploicis vorfanden.

3. Die allermeisten spontanen Aneurysmen haben die im vorigen Capitel erörterte Erkrankung der Arterie, namentlich die als consecutive erkannte Erkrankung der Ringfaserhaut und der Zellscheide (S. 10) d. i. Auftreten von freiem Fette in der Ringfaserhaut mit Aufzehrung derselben, chronische Entzündung der Zellscheide mit dem Ausgange in Verdickung, Sclerose und Verwachsung mit der Ringfaserhaut, somit Fixirung dieser und der elastischen Schichte zur Grundlage. Sie sind ganz vorzüglich der Gegenstand der folgenden Verhandlung.

Diese Aneurysmen sind es, welche, zunächst dem Aortenstamme angehörig, ganz vorzüglich der Gegenstand vielfacher Untersuchung waren und einmal auf Grundlage von Zergliederungsversuchen der Aneurysmawand in ein A. v e r u m und ein A. s p u r i u m (S c a r p a), oder nach einer von der S c a r p a'schen Ansicht abweichenden richtigeren Auffassung der Zellscheide als einer eigentlichen Arterienhaut in ein A. v e r u m und A. m i x t u m und dieses weiters in ein A. m i x t u m e x t e r n u m und A. m i x t u m

internum (herniosum) — das andere Mal nach der äusseren Form (Cruveilhier) in ein A. diffusum fusiforme und cylindroideum, ein A. sacciforme, und dieses in mehrere Arten, d. i. ein A. sous l'aspect d'ampoules mit seinen Unterarten A. peripheriques, semiperipheriques und à bosselures und das A. sous l'aspect de poches à collet eingetheilt wurden.

Ich glaube einer besonderen Würdigung der Eintheilung überhoben zu sein, so ferne sich aus der folgenden Erörterung sowohl über die Begründung der nach dem einen oder dem andern Eintheilungsprincipe aufgestellten Formen, als auch über deren Beziehung zu einander ein Genügendes ergeben wird. Dennoch dürfte mit Rücksicht auf die obige Voraussetzung, dass das Aneurysma von Auflagerung u. s. f. den vorzüglichsten Gegenstand dieser Verhandlung ausmacht, im Allgemeinen zu bemerken sein:

a) Es könne von einem bestimmten Verhalten der ursprünglichen inneren Gefässhaut bei den verschiedenen Arten des Aneurysma nicht die Rede sein; statt ihr trete die Auflagerung ein, welche bei diesen Untersuchungen ohne Zweifel meisthin als innere Gefässhaut gedeutet worden war.

b) Es biete das Verhalten der das Aneurysma constituirenden Schichten sowohl, wie auch die Form des Aneurysma allerdings mannigfaches Interesse dar, es seien aber bei der gleichen Grundlage der hier in Rede stehenden Aneurysmen und bei der Abhängigkeit der Form von anatomischer Störung die nach einem und dem andern Eintheilungsprincipe sich ergebenden Arten nicht eigentlich als solche, sondern als verschiedene Grade derselben Anomalie anzusehen.

Die einfachste Form des spontanen Aneurysma ist die einer ein Gefässrohr in grösserer Strecke betreffenden gleichförmigen cylindrischen Erweiterung — A. diff. cylindroideum. An sie reiht sich die spindelförmige — A. diff. fusiforme, wenn die Erweiterung an einer Stelle gleichförmig überwiegt und von da allmählich abnehmend in das normale Kaliber des Gefässrohres ausläuft. — Die Erweiterung ist ihrem Grade nach eine mässige, ihre Wände bestehen, wenn sie eben nicht ein gewisses durch Kaliber des Gefässes und namentlich durch die Mächtigkeit der Ringfaserschichte gegebenes Maass überschreitet, aus den sämmtlichen Häuten der Arterie im Zustande der bekannten Erkrankung, d. i. Auflagerung (einschliesslich der inneren Gefässhaut), Ringfaserhaut, zellig-elastischer Scheide. Sie stellt in dieser Rücksicht somit ein A. verum dar.

Nimmt die spindelförmige Erweiterung gleichförmig zu, so wird sie zu einem die Arterie rings umfassenden Sacke — A. (sous l'aspect d'ampoules) peripherique (Cruveilhier). Betrifft aber die Erweiterung vorzugsweise einen gewissen Abschnitt der Peripherie des Gefässes, so ist dadurch eine Ausbuchtung gegeben, die sich allmählich zu einem Sacke — A. sacciforme — entwickelt, welcher je nach der Grösse jenes Abschnittes ein A. semiperipherique u. s. w. bis zum A. sous l'aspect d'ampoules à bosselures darstellt.

Die sackige Erweiterung hat nun je nach Umständen eine mehr oder weniger markirte Begrenzung. Einerseits geht sie allmählich in das normale Kaliber der Arterie über, andererseits ist sie an dieser scharf abgesetzt. So verjüngt sich das A. peripherique allmählich in Form eines spindelförmigen Sackes zum Normalkaliber, das A. semipéripheriсum verflacht sich nach auf- und abwärts in das Normalkaliber so wie in die ihm gegenüberliegende die halbe Peripherie des Gefässes betragende Arterienwand u. s. w. Oder aber es wird der Uebergang vom Aneurysma zum Normalkaliber schroffer, bis dahin, dass ersteres durch einen scharfen, einen leistenartig vorspringenden Rand an seiner Basis begrenzt wird.

Das sackförmige Aneurysma entwickelt sich bisweilen an einer Arterie normalen Kalibers, gemeinhin aber von und aus einer cylindrischen oder spindelförmigen Erweiterung, und stellt somit eine secundäre Aneurysma-Formation dar. Seine Grundlage ist eine überwiegende Erkrankung der Arterienwand in einem seiner Begrenzung entsprechenden Bereiche.

Es ist nicht nur sehr häufig, sondern auch insbesondere durch die ausserordentliche Grösse ausgezeichnet, zu der es heranwächst. Die Gestalt desselben ist im Allgemeinen die runde, jedoch auch

gelegenheitlich schon ursprünglich die länglich-runde, conische; noch häufiger degenerirt die ursprüngliche runde Form, bei dessen Vergrösserung in mancherlei, zum Theile später zu erörternder Weise.

Eine eigenthümliche aus den eben angeführten gleichsam zusammengesetzte Form ist das sogenannte A. cirsoideum (Varix arterialis.) Ein Gefässrohr, z. B. der Aortenstamm, die A. linealis die A. iliaca ist in einer grösseren Strecke erweitert, wobei die Ausweitung der Gefässwand bald hier bald dort überwiegt, wobei das Gefäss verlängert ist, einen geschlängelten Verlauf angenommen hat und hie und da um seine Achse geworfen ist. — Wenn es ein von Auflagerung u. s. w. unabhängiges Vorkommen dieser (durch Cloquet, Breschet, Walther, Bell) bekannt gewordenen Form giebt, ausgebreitet über einen ganzen grösseren Abschnitt des Arteriensystems, z. B. die Arterien des Kopfes, so bedarf dasselbe um so mehr neuer Untersuchungen, als es der hypertrophischen Entwickelung (activen Erweiterung) der einem Collateral-Kreislaufsysteme vorstehenden Arterien sehr ähnlich ist.

Die Untersuchung der Aneurysmawand ergiebt neben der bekannten Erkrankung der Gefässhäute ein anomales Verhalten der Ringfaserhaut, dessen Grad von der Grösse des Aneurysma und von deren Verhältnisse zu dem Flächeninhalte des aneurysmatisch gewordenen Abschnittes der Gefässwand abhängt:

Bei mässiger Erweiterung findet sich in der Wand des Aneurysma noch allenthalben eine Ringfaserschichte in einem Zustande von gleich- oder ungleichförmiger Verdünnung vor — es ist ein sogenanntes A. verum.

Bei einem grösseren Aneurysma ist dieselbe auseinander gewichen, sie findet sich nur in Form auseinandergeworfener Trümmer vor und in den Lücken besteht die Aneurysmawand aus der Auflagerung und der mit ihr verwachsenen sclerosirten Zellscheide — das Aneurysma ist demnach an den verschiedensten Punkten ein A. verum und gleich daneben ein A. mixtum (internum).

Endlich fehlt bei sehr umfänglichen Aneurysmen dieselbe zum grössten Theile, ist nur in der Nähe ihrer Basis zugegen — das Aneurysma ist zum grössten wesentlichen Theile ein A. mixtum.

Je beträchtlicher das Aneurysma im Vergleiche zu dem zu seiner Herstellung verwendeten Abschnitte der Gefässwand ist, desto eher wird die Ringfaserhaut im Einklange mit dem oben Gesagten in seiner Wand aufhören und das Aneurysma bloss aus Auflagerung und der mit dieser verwachsenen Zellscheide bestehen.

Die die innere Gefässhaut vertretende Auflagerung ist bei grossen sackförmigen Aneurysmen häufig im Vergleiche zu ihrer Mächtigkeit in dem benachbarten Antheile des Gefässrohres dünner, wie senkrechte Durchschnitte lehren; oft genug ist sie aber dort, wo keine Fibringerinnungen in dem Raume des Aneurysma ihrer fortgesetzten Anbildung im Wege stehen, von ansehnlicher Dicke, ihre inneren Schichten augenscheinlich jünger.

Unter den sackförmigen Aneurysmen ist dasjenige, welches Cruveilhier A. sous l'aspect de poche à collet nennt, d. i. das mit einem Halse aufsitzende Aneurysma, in vielfacher Rücksicht beachtenswerth.

Es erscheint als ein runder Sack, welcher mit einer einem Kugelabschnitte von verschiedenem Durchmesser gleichen, eine halsähnliche Einschnürung darstellenden Basis an dem Gefässrohre aufsitzt, und mittelst einer dieser entsprechenden runden oder ovalen, von einem leistenähnlichen Rande begrenzten Lücke mit dem Gefässe communicirt. (Taf. I, *f.*) — Je vollständiger die Kugelgestalt des Aneurysma, desto kleiner wird der Hals und die von ihm begrenzte Lücke im Gefässrohre sein.

Bei keinem Aneurysma variirt die Grösse so sehr als bei diesem. Es bietet, unabhängig vom Caliber des Gefässrohres, alle möglichen Grössen von der einer Erbse bis zu der einer Faust, ja eines Mannskopfes dar. Die gewöhnlichste ist die einer Wallnuss, eines Hühnereies, eines Ganseies. — Es zerreisst nicht selten bei sehr unbeträchtlicher, z. B. Erbsen-, Bohnen-Grösse.

Die Grösse des Aneurysma und der Umfang seines Halses mit der in ihm enthaltenen Lücke stehen durchaus nicht in geradem Verhältnisse zu einander.

Die Untersuchung der Aneurysmawand auf Durchschnitten lehrt: Die Wand des Sackes besteht an dessen Basis nächst dem Loche im Gefässrohre aus den sämmtlichen Arterienhäuten, und die das Loch begrenzende Ringleiste ist durch eine Duplicatur der gesammten Gefässwand dargestellt. In verschiedener Entfernung von hier hört jedoch die Ringfaserhaut auf, indem sie allmählich dünner wird, sofort noch in Form vereinzelter

Trümmer da ist und dann völlig verschwindet, so, dass das Aneurysma zu dem bei weitem grössten Theile aus der Zellscheide und der mit dieser verwachsenen Auflagerung besteht. (Taf. I, Fig. α, β.) Es ist aber zu bemerken, dass in manchen Fällen die Ringfaserhaut an dem Loche im Gefässrohre verdünnt aufhört oder nur eben merklich in die Wand des Aneurysma umbiegt. Die Ränder des Loches sind glatt, von der Auflagerung bekleidet.—In der Regel sitzt das Aneurysma auf einem deutlich an cylindrischer, spindelförmiger Erweiterung erkrankten Gefässrohre und erscheint somit als eine secundäre Aneurysma-Formation.

So ausgezeichnet dieses Aneurysma ist, so giebt es doch, wie schon oben angedeutet worden, mannigfache Uebergangs- und Mittel-Formen zwischen ihm und den anderen sackförmigen Aneurysmen, welche durch die Schärfe der Begrenzung und deren Ausdehnung gegeben sind. So variirt erstere von einer eben merklichen bis zu der leistenartigen, und in letzterer Hinsicht kommen Aneurysmen vor, welche nach oben und nach unten, oder auf einer Seite am Gefässrohre von einem Halse begrenzt sind, im übrigen Umfange aber eine allmählich in das normale Caliber sich verflachende sackige Ausbuchtung darstellen. Es ist dieses Aneurysma augenscheinlich nur in der Kleinheit des in dem nöthigen Grade erkrankten und zur Aneurysmabildung verwendeten Gefäss-Abschnittes begründet; es ist nicht Genus und einzige Species, sondern repräsentirt in der geschilderten Form eine Reihe von Aneurysmen, welche je nach dem Grössen-Verhältnisse der umschriebenen Erkrankung der Gefässhäute zur Peripherie des Arterienrohres das periphere, semiperiphere Aneurysma u. s. w. wiederholen. So giebt es ein Aneurysma, welches die Arterie rings umfasst, in dessen Cavum von oben und unten das Gefässrohr wie abgesetzt hereinragt, — ein anderes, welches die halbe Peripherie der Arterie begreift, welche mit einem oben und unten, selbst auch zu beiden Seiten leistenartig begrenzten, der halben Peripherie des Arterienrohres entsprechenden Fenster in den Sack hereinsieht u. s. w. Taf. VII giebt eine Uebersicht der wichtigsten Formen.

Dieses Aneurysma besteht, wie eben angedeutet worden, aus einer umschriebenen — im Verhältnisse zur Umgebung überwiegenden — Erkrankung der Gefässwand: Indem diese nachgiebt, verdünnt sich nebst den anderen Schichten insbesondere die Ringfaserhaut, und weicht endlich, zumal auf der Höhe der Ausbuchtung, aus einander. Indem sofort die fernere Ausdehnung vorzüglich den Bereich der Lücke in der Ringfaserhaut betrifft, schlägt sich am Gefässrohre die gesammte Gefässwand nach aussen um, so, dass der hiedurch gegebene Hals in die Grenze der umschriebenen Erkrankung fällt. Unter solchen Bedingungen würde, wenn man die Auflagerung der ursprünglichen inneren Gefässhaut substituirt, dieses Aneurysma — seinem grössten wesentlichen Umfange nach — ein A. mixtum und zwar ein A. mixtum int. oder herniosum darstellen.

Dieses Aneurysma ist häufig, indem man das Loch in der Arterie als Resultat einer Zerreissung der beiden inneren Arterienhäute deutete, indem man seine innere Auskleidung übersah oder verkannte, indem man vielleicht in dem Umstande, dass einzelne Schichten der Auflagerung im Halse des Sackes aufhören, den Nachweis einer Laesio continui der inneren Gefässhaut erblickte, als ein A. mixtum ext. oder ein A. spurium nach Scarpa angesehen worden.

So ausgemacht die erwähnte Entstehungsweise dieses Aneurysma ist, so lässt sich doch nicht läugnen, dass ähnliche Aneurysmen auch auf andere Weise zu Stande kommen und es lassen sich in dieser Rücksicht die nachstehenden Thatsachen nicht umgehen:

a) Nach S. 17 kömmt durch ulceröse Perforation der beiden inneren Arterienhäute ein Aneurysma zu Stande, welches, wie aus einem Vergleiche der bezüglichen Schilderungen hervorgeht, wichtige Unterschiede von dem eben in Rede stehenden darbietet, dessen Aehnlichkeit mit diesem aber dennoch unläugbar und zumal dann gross ist, wenn die über dem Loche ausgebuchtete Zellscheide eine Auflagerung zur Auskleidung bekommen hat, welche sich über die Ränder des Loches auf die Innenfläche der Arterie fortsetzt.

b) Vor allem Andern könnte man bei dem Umstande, dass das Atherom der Arterie nicht selten in die Ringfaserhaut vordringt, dass man, wengleich in sehr seltenen Fällen, an einer Arterie eine

umschriebene seichte Ausbuchtung der Zellscheide findet, welche von Atherom ausgefüllt ist, fragen, ob das mit einem Halse aufsitzende Aneurysma nicht immer aus atheromatöser Perforation der Auflagerung und Ringfaserhaut zu Stande komme. Es würde jene Ausbuchtung nach Abführung des Atheroms und Auskleidung mit einer neuen die Ränder des Loches überziehenden Auflagerung eben auch dem in Rede stehenden Aneurysma in der That höchst ähnlich sein. Es spricht aber gegen diese Ansicht einerseits die directe Beobachtung der obgedachten Entwickelungsweise, andererseits die ausserordentliche Seltenheit der atheromatösen Perforation.

Ich glaube N. Chevers zu verstehen, wenn ich ihn hier anführe: Er fand unter mehreren hundert kranken Aorten höchstens 1—2 Fälle, wo ein Aneurysma aus Ulceration der atheromatösen Auflagerung (d. i. dem Atherom) entstanden war.

c) Der Ansicht, dass ein spontaner Riss der beiden inneren Arterienhäute diesem Aneurysma zu Grunde liege, wie man es ehedem aus der Brüchigkeit der erkrankten Arterienhäute construirte, steht in Bezug auf den Aortenstamm und seine Aeste wiederum zunächst die directe Beobachtung der Entwickelung des fraglichen Aneurysma entgegen; auch sind in auflagerungskranken Arterien Risse wegen der Verwachsung der Arterienhäute unter einander gewiss höchst selten. Es lässt sich aber nicht läugnen, dass ein unter anderen Bedingungen zu Stande gekommener Riss bisweilen ein ähnliches Aneurysma zur Folge haben möge; es muss dies aber ausserordentlich selten sein, da spontane Zerreissungen gemeinhin gross und rasch tödtlich und als Quer- und Längsrisse zugleich so gestaltet sind, dass sich hieraus bei aller sonstigen Aehnlichkeit doch eine sehr differente Form des Aneurysma und seiner Communications-Oeffnung mit der Arterie gegenüber dem in Rede stehenden ergiebt (vergl. die spontanen Zerreissungen der Arterien). Selbst die in der dritten Beobachtung an kleinen Arterien in so grosser Anzahl vorfindigen Aneurysmen lassen bei aller Aehnlichkeit dennoch Unterschiede wahrnehmen, jenen gleich, welche das durch ulceröse Perforation gesetzte Aneurysma darbietet.

Von den eben angeführten Aneurysma-Formen kommen bisweilen mehrere an Ort und Stelle zugleich, d. i. als Combination von primitiver, secundärer, tertiärer Aneurysmabildung vor: So entstehen auf der cylindrischen, spindelförmigen Erweiterung, auf dem sackigen Aneurysma zufolge einer stellenweise überwiegenden Erkrankung der Gefässwand secundäre Ausbuchtungen in Form von rundlichen, conischen Erhebungen oder Buckeln — bosselures — oder des mit einem Halse aufsitzenden Aneurysma. Auf jenen entwickeln sich sofort bisweilen Ausbuchtungen einer dritten Ordnung. Indem diese secundären und tertiären Ausbuchtungen einander in verschiedener Weise überragen, erhält das ganze Aneurysma die Form eines höckerigen ungleichförmig gelappten Sackes.

Nebst dem im Vorhergehenden über die Construction der Wände der verschiedenen Aneurysmen Gesagten ist über den Zustand der einzelnen Schichten noch im Besondern zu bemerken:

Die die Innenwand des Aneurysma auskleidende Auflagerung ist meist zu einem fibroiden Gewebe umgestaltet und überall, wo die Ringfaserhaut darin fehlt, einerseits mit der Zellscheide und anderen ihn verstärkenden und vertretenden Gebilden verwachsen, identificirt, andererseits nicht selten mit den äussersten Lagen der in die Höhle des Aneurysma abgesetzten Fibringerinnung verschmolzen.

Zuweilen ist sie hie und da, ja im ganzen Umfange verknöchert — verknöchertes Aneurysma. In der Regel ist hierbei die Auflagerung im Gefässrohre eben auch verknöchert. — An dem mit einem Halse aufsitzenden Aneurysma betrifft die Verknöcherung nicht selten auch die ganze das Loch in der Gefässwand begrenzende Ringleiste — den Hals des Aneurysma.

Häufig sind die Aneurysmawände von den mit schmutzig-brauner, hefengelber Entfärbung zerfallenden Fibrinlagen aus durch Imbibition fahl, missfärbig.

Die Wände grosser Aneurysmen erfahren eine leicht begreifliche beachtenswerthe Veränderung ihres primitiven Zustandes. Bis zu einem gewissen Grade der

Vergrösserung nämlich behält das Aneurysma seine ursprüngliche im Vorigen charakterisirte Wandung, mit fortgesetzter, der Vergrösserung entsprechender Verdünnung bei. Ueber diesen hinaus wird sie in dem Maasse, als das Aneurysma an Grösse zunimmt und es ihr an Masse gebricht, allmählich — im ganzen Umfange des Aneurysma oder an verschiedenen mehr oder weniger umschriebenen, der Richtung einer vorwiegenden Vergrösserung entsprechenden Stellen — von fremden Gebilden ersetzt. Solche sind jene, auf welche das Aneurysma bei seinem Wachsthume stösst: Sie verwachsen mit seinen Wänden auf einfache Weise oder mittelst Concurrenz von Entzündung, wobei sie eine in Induration, Massenzunahme, Sclerose, Verödung ausgesprochene Texturveränderung erleiden. Die Wand des Aneurysma wird dergestalt durch Nachbargebilde und Entzündungsproducte verstärkt, ja diese treten allmählich förmlich an deren Stelle. Derlei Gebilde sind zellstoffige Anhäufungen, seröse und fibröse Häute, musculöse Ausbreitungen, selbst Parenchyme, z. B. das der Lungen. Es erklärt sich hieraus, dass Aneurysmen, welche langsam wachsen und hiebei auf solche Gebilde treffen, ein sehr grosses Volumen erreichen, während Aneurysmen, welche schnell entstehen und wachsen und in der Richtung ihres Wachsthums keine oder nur spärliche derlei Gebilde in Anspruch nehmen können, bald bersten.

Diese Art und Weise, wie bei übermässiger Vergrösserung des Aneurysma die primitive Wand desselben verloren geht, ist von jener zu unterscheiden, welche das Ergebniss von Detritus, von Absorption ist, die das Aneurysma bei seiner Anlagerung an widerstandsfähige Gebilde, namentlich Knochen, durch Druck erleidet. Man findet selbst bei unbeträchtlichen an Knochen anlagernden Aneurysmen die Aneurysmawand am Knochen sammt der Beinhaut des letzteren in Verlust gerathen und den Knochen blossgelegt.

In der Höhle der Aneurysmen finden sich sehr gewöhnlich Faserstoff-Gerinnungen vor. Sie sind meist sehr deutlich geschichtete Massen, welche die Höhle des Aneurysma zum Theile oder selbst ganz ausfüllen. Die äusseren älteren Lagen sind gemeinhin fahl, schmutzig-weiss, dabei dicht, compact, lederartig zähe, trocken, von faserigem Gefüge, die inneren Lagen werden immer lockerer, feuchter, farbiger — hefengelb, rostbraun, roth — bis endlich die innersten — von neuester Bildung — einer recenten Blutgerinnung gleichen. Die äusseren Lagen werden nicht selten zu einem fibroiden (schwieligen) Gewebe, jenem gleich, zu dem sich faserstoffige Exsudate, z. B. auf serösen Häuten, umstalten, und verwachsen mit der Aneurysmawand, welche dadurch wesentlich verstärkt wird. Bisweilen entwickelt sich darin sofort Knochenconcretion in Form höckerig-rauher Platten — eine Verknöcherung am Aneurysma, welche von jener der Auflagerung zu unterscheiden ist. In anderen Fällen zerfallen sie zu einem schmutzig-braunen, bierhefenfarbigen, fetthaltigen Breie in Heerden von verschiedenem Umfange, wobei die aus dem Aneurysma gelöste Masse an ihrer Anlagerungsfläche wie zernagt aussieht. Bisweilen ist die Fibrinmasse zum grössten Theile vom Blute zertrümmert, zerwühlt, von recenten Blutgerinnungen durchsetzt.

Fibrinmassen, welche das Cavum eines Aneurysma nahezu ausfüllen, findet man an ihrer dem Gefässlumen zugewendeten Oberfläche bisweilen von einer Schichte Auflagerung überkleidet, welche sich von da auf die Innenfläche des Gefässrohres fortsetzt, — eine Tendenz, die Continuität des Gefässes durch Abschliessung der Aneurysmahöhle herzustellen.

Die Fibrinmasse im Aneurysma hat die Bedeutung der Gerinnung des Blutes mit Abscheidung des Faserstoffes in Folge von Stagnation, wobei auch der Contact des flüssigen Blutes mit bereits erstarrtem Faserstoff wirksam sein mag. (Schröder van der Kolk, John Davy.)

Dennoch sind diese Gerinnungen nicht in jedem Aneurysma vorhanden. Im Allgemeinen gilt als Regel, dass sie sich desto leichter bilden, je mehr entfernt von der Achse des Blutstromes das Aneurysma ohne Rücksicht auf seine Grösse ist, und je kleiner überhaupt und im Vergleiche zum Umfange des Aneurysma die zwischen dessen Cavum und dem Gefässlumen bestehende Communication ist. Es erklärt sich hieraus, dass sich Fibringerinnungen vorzugsweise leicht in dem die letztgenannten beiden Bedingungen in exquisitem Grade darbietenden, mit einem Halse aufsitzenden Aneurysma anbilden, dass dagegen ihre

Entstehung um so schwieriger sei, je mehr das Aneurysma seiner Form nach sich von jenem entfernt und sich der spindelförmigen, cylindrischen Erweiterung nähert. Bei ihnen und den sackigen Aneurysmen hängt ihre Entstehung nur von der Grösse des Aneurysma, d. i. dem Maasse ab, in welchem die Wand des Aneurysma von der Achse der Blutströmung entfernt ist. Die Menge der Fibringerinnung ist übrigens in grossen Aneurysmen derselben Form grösser, als in kleineren.

Die Anlagerung der Fibringerinnung bietet bei den verschiedenen Aneurysmen manches Interessante dar. Bei seitlichen sackigen Erweiterungen bilden sie sich zunächst an der von der Gefässachse am weitesten entfernten Wand der Sackhöhle an, — bei dem A. fusiforme lagern sie sich ringsum an und mitten durch geht ein Canal, durch welchen das Blut in dem aneurysmatischen Rohre fortströmt. Aehnliches findet Statt beim sackigen Aneurysma, von dem ein ansehnlicher Gefässast abgeht, um so eher, je mehr dieser in derselben Richtung mit der Achse des Aneurysma liegt. (Taf. VIII, 4. Beob.) Kleine Gefässäste werden gemeinhin von dem Fibrincoagulum verlegt.

Die Fibringerinnungen werden durch die Hemmung des allzuraschen Wachsthums der Aneurysmen und die Hintanhaltung frühzeitiger Berstung, so wie dadurch, dass sie bisweilen die Verödung des Aneurysma, eine spontane Heilung desselben veranlassen, von Wichtigkeit.

Von diesen Coagulis sind Gerinnungen in Membran-Form, in Form von kleinen zottigen, granulirten oder auch von umfänglicheren rundlichen, breit oder gestielt aufsitzenden, kolbigen Escrescenzen u. dgl. zu unterscheiden, welche bisweilen an der Innenfläche kleiner, seichter Aneurysmen haften. Ihre Entstehung wird durch Unebenheiten, Rauhigkeiten der Innenfläche solcher Ausbuchtungen veranlasst und häufig zugleich durch ein inneres (dysrasisches) Moment begünstigt. Sie haben mit den Vegetationen an den Herzklappen dieselbe Bedeutung.

Von dem grössten Belange ist das Verhalten der von einer aneurysmatischen Arterie abgehenden Gefässäste.

1. Vor Allen wichtig ist das Unzugänglichwerden und die Verengerung der Ostien der vom aneurysmatischen Gefässrohre abtretenden Gefässäste und das Unwegsam werden dieser Gefässe selbst. Es findet auf mehrfache Weise Statt:

a) Das beachtenswertheste gewöhnliche Ereigniss ist die Verengerung und endliche völlige Verschliessung der Ostien durch die Auflagerung. (Vergl. S. 11 u. 15.) Sie betrifft vor Allen die Ostien kleinerer unter rechten Winkeln von dem erkrankten Stamme abgehender Gefässe, so z. B. ganz gewöhnlich die Ostien der Intercostal- und der anderen von der erkrankten Aorta thoracica abgehenden Arterien, jedoch nicht selten auch die Ostien von Gefässen grösseren Calibers, wie der A. coronariae cordis, der Carotis (Taf. IX *A*, 5. Beob.), der Subclavia sin., einer anomalen, aus dem Aortabogen entspringenden Thyreoidea (Taf. XI *B*, 9. Beob.), Vertebralis, selbst des Truncus anonymus. (Taf. IX *B*, 6. Beob.) Ja sie betrifft sogar, freilich wohl vorzüglich unter Concurrenz einer durch die aneurysmatische Erweiterung des Gefässstammes abgeänderten Richtungs-Beziehung des Gefässastes zu seinem Stamme die Ostien von Gefässen, welche beiläufig in der Richtung der Achse des Gefässstammes und seiner Blutsäule liegen oder unter spitzen Winkeln abtreten, aus einer gabelförmigen Spaltung des Stammes hervorgehen. Ein Beispiel für ersteres giebt die Verschliessung des T. anonymus (Taf. IX), für letzteres die sehr beträchtliche Verengerung der Ostien der beiden Aeste des aneurysmatischen Lungenarterienstammes durch eine rings um dieselben stattfindende, die Brücke zwischen beiden mitbegreifende Auflagerung. (Taf. XII, 12. Beob.)

b) Auf eine zweite Weise werden die Ostien der Gefässäste durch die an der Wand des Aneurysma anlagernde Fibringerinnung verlegt und unzugänglich. Sie sind gewöhnlich schon vorläufig durch die Auflagerung oder durch die im Folgenden zu erörternde Verziehung zu einer spaltähnlichen Oeffnung verengt. Es betrifft dies eben auch vorzugsweise die Ostien von Gefässen, die unter rechten oder stumpfen Winkeln von dem aneurysmatischen Stamme abgehen. Bei

Gefässen, welche beinahe in der Richtung der Achse des Stammes und seiner Blutsäule entweder ursprünglich abgehen oder durch die aneurysmatische Erweiterung des Stammes in eine solche gebracht werden, wie z. B. der T. anonysmus beim Aneurysma der Aorta asc., bleibt in der Fibrinmasse ein Canal, der in jener Richtung zu dem Ostium des Gefässastes führt. (S. 23, Taf. VIII.)

c) In dritter Weise werden die Ostien der von einem aneurysmatischen Gefässstamme abgehenden Aeste unzugänglich durch eine mit Verrückung combinirte Verziehung und Abänderung ihrer runden Form zu einer Spalte, welche nicht selten in der Richtung vom Herzen ab durch einen klappenähnlich vorspringenden Rand — bestehend aus einer Duplicatur der Gefässwand am Ostium — noch unzugänglicher wird. Solches ereignet sich insbesondere an den Ostien der Aeste des Aortabogens bei grossen sackigen Erweiterungen desselben.

Oft sind diese einzelnen Momente unter einander combinirt, eines liefert die Disposition zu dem andern.

In Folge des Verlegtseins und der Verschliessung des Ostiums gerinnt das in den betreffenden Gefässast durch collateralen Kreislauf gelangte Blut und über dem Pfropfe obliterirt sofort das Gefäss bis zu dem nächsten von ihm abtretenden Aste hin.

d) Die Gefässäste selbst werden bei Zugänglichkeit ihres Ostiums unwegsam:

α) in Folge des Druckes, welchen das Aneurysma auf sie ausübt; und

β) in Folge von Entzündung adhäsiver Natur mit Exsudat auf die Innenfläche des Gefässes und sofortiger Gerinnung der Blutsäule. Sie ist eine Theilerscheinung des in der nächsten Umgebung des Aneurysma statthabenden, gestaltungsfähige Producte liefernden — adhäsiven — Entzündungsprocesses.

Dieses Verhalten der Aeste eines aneurysmatischen Gefässstammes und ihrer Ostien ist nicht nur von nachweislicher Wichtigkeit für die Ernährung und Function des Körperabschnittes, dessen Hauptarterie unzugänglich geworden ist, sondern es mag vor Entwickelung eines genügenden Collateralkreislaufes auch zur Vergrösserung des Aneurysma durch Beschränkung der Blutbahn beitragen.

2. Ein anderes beachtenswerthes Verhalten der von einem aneurysmatischen Stamme abgehenden Aeste besteht in Folgendem: Betrifft eine sackige Erweiterung die Wandung eines Gefässstammes in der Umgebung des Ostiums eines — zumal beiläufig in der Richtung seines Blutstromes liegenden — Astes, so wird dieser empor- und herausgehoben. Nehmen seine Häute an der Erkrankung Theil, so verlängert sich das Aneurysma in denselben, indem er sich von seinem Ostium an erweitert. Reicht diese Erweiterung bis an seine Verästelung, so wird die Stellung der Ostien verrückt und es wird ein oder der andere Zweig, nach welchem hin ursprünglich oder in Folge der Verrückung eine Blutströmung von untergeordneter, gebrochener Energie Statt findet, sich — zumal unter gleichzeitiger Verziehung — an seinem Ostium schliessen und obliteriren. Entwickelt sich in der Umgebung des Ostiums eines solchen Gefässastes ein umschriebenes, mit einem Halse aufsitzendes Aneurysma, so wird jener aus dem Stamme hervorgehoben und geht von der Spitze des Aneurysma ab. Dieses ist von einer Fibringerinnung ausgefüllt, durch welche ein centraler Canal nach dem Ostium des Astes hinleitet. — Beides kommt vorzüglich bei Aneurysmen der Aorta in der Umgebung des T. anonymus vor.

Die Zahl der Aneurysmen in einem Individuo variirt sehr. Vom Aneurysma aus ulceröser Perforation der inneren Arterienhäute ist gemeinhin eines vorhanden; Aneurysmen von (spontaner) Zerreissung der inneren Arterienhäute an kleineren Arterien scheinen immer in grosser Anzahl zugegen zu sein. Vom Aneurysma von Auflagerung sind häufig mehrere vorhanden, und zwar an verschiedenen Arterien, z. B. eines an der Aorta, eines an der Cruralis, oder an einer und derselben Arterie nahe beisammen, nicht selten so, dass das Gefässrohr, wie beim Aneurysma von spontaner Zerreissung der inneren Häute an kleineren Arterien, eine Reihe an einander stossender, in einander fliessender Aussackungen darbietet. Grosse Aorten-Aneurysmen stehen gewöhnlich isolirt da, was mindestens zum Theile in der Schwächung des Impulses (mechanischen Momentes) durch Ableitung einer grossen Blutmenge nach dem aneurysmatischen Sacke begründet sein mag.

Die Grösse der Aneurysmen ist ungemein verschieden, sie variirt von der eines Hirsekorns, einer Erbse, einer Bohne bis zu der eines Mannskopfes und darüber, so dass ein Aneurysma wohl einen namhaften Theil des Raumes einer grossen Rumpfhöhle ausfüllt. Die zunächst dem Aortenstamme und den grossen Arterien zukommenden Aneurysmen von Auflagerung sind gemeinhin die grössten, im Allgemeinen aber steht die Grösse des Aneurysma durchaus nicht in einem geraden Verhältniss zum Caliber der Arterie: es kommen an Gefässen von untergeordnetem Caliber, z. B. Cruralis, Poplitea, Aneurysmen vor, die an Umfang den grössten Aorta-Aneurysmen nicht viel nachgeben.

Die Gestalt der Aneurysmen haben wir in dem Vorhergehenden bereits erörtert. Es versteht sich, dass die Umgebungen des Aneuryma, je nach ihrer Widerstandsfähigkeit, die Gestaltung desselben und die Richtung seiner Volumszunahme in mannigfacher Weise modificiren. — Aneurysmen der absteigenden Aorta nehmen bisweilen an ihrem hinteren Umfange, wegen der widerstehenden Wirbelsäule, eine bilobäre Gestalt an, indem sie sich zu zwei zur Seite der Wirbelsäule sich ausbreitenden Säcken entwickeln.

Die Wirkungen des Aneurysma auf benachbarte Theile bestehen in Verdrängung und in Druck. Dieser wird um so beträchtlicher, je weniger die betroffenen Gebilde auszuweichen und nachzugeben im Stande sind. Durch beide wird die Function derselben in verschiedenem Grade behindert, ja völlig aufgehoben. So wird der Raum der Körperhöhlen durch grosse Aneurysmen beengt, Canäle, wie die Trachea, die Bronchi und deren Verästelung in den Lungen, der Oesophagus, arteriöse und venöse Gefässe u. s. w., werden in ihrem Lumen verengt oder zu völliger Unwegsamkeit comprimirt. Dabei bilden kleinere Aneurysmen in weichhäutigen Canälen häufig eine rundliche Hereinbuchtung, z. B. kleine Aorten-Aneurysmen nach dem Oesophagus, während derlei Canäle von grossen Aneurysmen in einer ansehnlichen Strecke platt zusammengedrückt werden.

Der Druck bedingt in den Gebilden je nach seinem Grade, je nach deren Bau, deren Widerstandsfähigkeit, verschiedene Veränderungen. Im Allgemeinen veranlasst ein mässiger Druck eine Entzündung mit dem Ausgange in Verdickung und Verdichtung — Massenzunahme — Verödung ihrer Textur, Verwachsung, ein stärkerer dagegen Atrophie. Beide sind häufig zugleich vorhanden, indem an einzelnen Stellen diese, an anderen jene Statt hat, indem die Gewebe nächst dem Aneurysma atrophiren, während weiter hinaus entzündliche Exsudation und Neubildung von fibroidem und Binde-Gewebe Statt findet. — An Knochen, welche dem Drucke eines Aneurysma ausgesetzt sind, sieht man sehr gewöhnlich Detritus (Atrophie) und in dessen Umgebung hie und da Knochenneubildung, d. i. verknöcherndes Exsudat, Osteophyt, ja selbst in der unmittelbar betroffenen Knochenschichte Sclerose.

Nachgebende membranöse Ausbreitungen weichen zum Theile aus, treten in ihrer Faserung auseinander, zum Theile atrophiren sie allmählich — wie Bindegewebs-Anhäufungen, seröse, fibröse Häute, die Muskularhäute. Grössere Fleischmassen erbleichen, werden durch die Zerrung dünner und schwinden.

Die allgemeine Decke und Schleimhäute erleiden durch die Entzündung eine bedeutende Lockerung ihres Gewebes und, wenn sie nicht frühzeitig zerreissen, eine Umwandlung zu Brandschorf.

Parenchyme veröden in Folge der Entzündung und atrophiren sofort z. B. das Lungenparenchym.

Gefässe obliteriren entweder in Folge vollständiger Compression in einfacher Weise durch Verwachsung, oder in Folge von Entzündung mittelst Adhäsion der Gefässwand an eine Blutgerinnung.

Nerven erleiden durch die Zerrung Atrophie bis zur völligen Solutio continui.

Starre Gebilde erfahren, je weniger Elasticität ihnen inne wohnt, desto mehr Atrophie. Es ist daher der Detritus der Knochen durch Aneurysmen etwas so gewöhnliches, während Knorpel und Faserknorpel, wie z. B. namentlich die Synchondrosen der Wirbelsäule, länger widerstehen. Am allerhäufigsten beobachtet man diesen Detritus an den Wirbelknochen, an den Rippen und am Brustbeine, am Schlüsselbeine bei Aorten-Aneurysmen — sehr oft zu dem Grade gediehen, dass die genannten Knochen völlig aufgezehrt, die knöchernen Wände des Thorax durchbohrt, der Canal der Wirbelsäule eröffnet wurden.

Der Aufzehrung des Knochens durch Resorption geht, wie oben bemerkt, ein auf der benachbarten Oberfläche Osteophyt producirender, in der Tiefe dagegen zu Sclerose des Gewebes führender Entzündungs-Process zur Seite. So trifft beim gewöhnlichen Gange der Detritus immer auf eine vorläufig sclerosirte Knochen-Textur; nur wo der Druck sich rasch zu hohem Grade gesteigert, geht der Knochen, ehe es zur Sclerose kommen konnte, verloren und es wird das schwammige Knochengewebe in seiner ursprünglichen Form blossgelegt.

Es ist nicht unmöglich, dass sich mit dem Detritus eine ulceröse Destruction des Knochens — *Caries* — combinirt, indem statt der in ihren sclerosirenden Producten fortan ein Bollwerk gegen den Detritus schaffenden Entzündung eine Exsudation von Jauche Statt findet. Allein ich habe dies nie beobachtet, d. i. ich habe weder ein derlei Entzündungsproduct im Knochengewebe oder in der Höhle des Aneurysma je wahrgenommen, noch eine aus solcher Quelle abzuleitende Pyämie gesehen.

Bei diesem Detritus geht übrigens nicht der Knochen allein, sondern auch früher oder später die mit dem Periosteum und den sonstigen den Knochen bekleidenden fibrösen Gebilden verschmolzene Aneurysmawand selbst verloren, und es liegt somit ganz gewöhnlich der Knochen nackt — oder etwa von einer Schichte Auflagerung bekleidet, von den Fibringerinnungen verdeckt — im Aneurysma-Sacke. So bildet die entblösste Wirbelsäule gemeinhin einen Theil der Aneurysmawand; in Aorten-Aneurysmen, welche die Thoraxwand durchbohren, ragen die Enden der Rippen, der Schlüsselbeine, Stücke vom Brustbeine grossentheils und zwar insbesondere an ihrer inneren Fläche entkleidet, rauh, höckerig in den Aneurysma-Sack herein.

Knorpel werden auf ähnliche Weise wie die Knochen destruirt; nicht selten regt ein mässiger Druck auf sie Entzündung des Perichondriums mit verknöcherndem incrustirendem Exsudate und Verknöcherung des Knorpels selbst an. Solches beobachtet man an den dem Drucke eines Aneurysma ausgesetzten Luftröhren- und Bronchialringen, Rippenknorpeln.

Ueber die Nachbarschaft hinaus diffendiren sich die Wirkungen des Aneurysma auf entferntere Organe und auf den ganzen Organismus. So wie die sie vermittelnden Momente sind sie selbst eben auch mannigfach; im Allgemeinen treten sie desto eher, mit desto mehr Intensität, in desto grösserer Extension auf, je rascher das Aneurysma heranwächst, je wichtiger die durch dasselbe in Anspruch genommenen Gebilde sind, je mehr dasselbe eine Haupt-Arterie, den Aortenstamm selbst betrifft.

Die Zerrung der Nerven und der Druck auf sie hat die Erscheinungen von Nevralgie und Paralyse zur Folge, wie man sie bei Aneurysmen der Gliedmassen-Arterien beobachtet, bei Aneurysmen des Aortenstammes mit Druck auf die Intercostalnerven, auf den Vagus und seine Geflechte, den Plexus brachialis u. s. w. in verschiedener Weise angedeutet und ausgesprochen findet.

Der Druck des Aneurysma auf venöse Gefässe hat Erweiterung derselben — Varicosität — unterhalb dem Aneurysma, Zurückhaltung des Blutes in ihnen bis in die Capillarität — Hyperämie, Cyanose, ferner Hydrops, nächstdem Hypertrophie, Entzündungen, häufig mit dem Ausgange in Brand, zur Folge.

Grosse Aneurysmen am Aortenstamme haben zuweilen, auch ohne gleichzeitige Insufficienz der Aortaklappen, active Erweiterung des Herzens zur Folge. — Gewöhnlicher findet man allerdings das Herz mit vielem Fett besetzt, sein Fleisch schmutzigbraun, fahl, leicht zerreisslich.

Die Verschliessung der arteriösen Gefässostien und die Obliteration der Arterien im Bereiche des Aneurysma hat je nach Umständen vor dem Zustandekommen eines genügenden Collateralkreislaufes mangelhafte Ernährung und Wärme-Entwickelung, Anästhesie, Krampf u. dgl. zur Folge.

Die in Stagnation und Gerinnung versetzte Menge Blutes in einem umfänglichen Aneurysma wird dem Organismus entzogen — daher die Erscheinungen von Anämie, defibrinirtem Zustande, wässeriger Beschaffenheit der Blutmasse, von Hydrops, Cachexie, Tabes. Der Druck des Aneurysma auf verschiedene Gebilde und die Beeinträchtigung ihrer Function trägt zur Entstehung von Cachexie und zur Entwickelung eines besonderen Charakters derselben das seinige bei.

Die Ausgänge des Aneurysma sind verschieden. Sehr gewöhnlich sind die ungünstigen Ausgänge desselben:

Das Aneurysma tödtet häufig durch die im Vorigen angeführten Folgezustände, zumal durch ausgebreitete in Brand endigende Entzündung, die Hydropes der Körperhöhlen, Hyperämien und acute Oedeme— besonders der Lungen, Cachexie überhaupt, Marasmus.

Nebstdem ist ein überaus häufiger, immer sehr ungünstiger, sehr gewöhnlich schnell tödlicher Ausgang des Aneurysma die spontane Eröffnung, d. i. die Zerreissung, Berstung desselben. Hierüber ist zu bemerken:

Die Opportunität zur spontanen Eröffnung steht durchaus nicht mit der Grösse des Aneurysma in einem geraden Verhältnisse, es ist vielmehr ausgemacht, dass kleine Aneurysmen häufiger bersten als grosse; dies ist höchst wahrscheinlich darin begründet, dass kleinere Aneurysmen dem Impulse der Blutwelle mehr ausgesetzt sind als grössere, in denen er sich auf einen grösseren Umfang diffundirt. Letztere finden unter gleichen Umständen gemeinhin leichter benachbarte Gebilde, welche sie zu stützen und zu verstärken im Stande sind als kleinere. Uebrigens bersten Aneurysmen, welche frei in eine seröse Cavität, zumal das Pericardium hereinragen, frühzeitig, sofern sie stützender Gebilde nach dieser Richtung hin entbehren, ferner Aneurysmen, welche auf Canäle mit widerstandsfähigen und dadurch leicht abzunutzenden Wänden, z. B. Trachea, Bronchi, stossen und Aneurysmen, welche in weiche, schleimhäutige Canäle, z. B. den Oesophagus hereinragen.

In Bezug auf die Form berstet, unter sonst gleichen Umständen, vorzüglich das mit einem Halse aufsitzende Aneurysma frühzeitig.

Die Richtung, nach welcher die Eröffnung des Aneurysma und der Blutaustritt Statt hat, ist sehr verschieden; zunächst hängt sie von dem Sitze des Aneurysma ab. So extravasirt das Blut bei Berstung von Aneurysmen an den Gliedmassen in das intermuskulare und subcutane Bindegewebe, zwischen die Aponeurosen, in die Muskelscheiden, in das Gewebe der Muskeln selbst u. s. w. Aneurysmen des Aortenstammes und einzelner Aeste desselben, z. B. der Lienalis, eröffnen sich in die grossen Rumpfhöhlen, in den Peritonäalsack, in einen der Pleurasäcke, in den Herzbeutel, in das retroperitonäale Zellgewebe, in die Mediastina; Aneurysmen der Gehirnarterien in den Sack der Arachnoidea und das Gewebe der pia mater.

Sehr häufig sind die Eröffnungen von Aneurysmen in Canäle wie die Trachea, die Bronchialstämme und ihre Verästelung, der Oesophagus, seltener jene in den Tubus intestinalis, höchst selten jene in die Höhle der Harnwege. Dagegen kommen öfters Eröffnungen von Aneurysmen in andere Blutgefässe, arteriöse und venöse, selbst in die Herzhöhlen, zumal die Atrien vor. Jene bestehen meistens in Eröffnungen von Aorten-Aneurysmen nach dem Lungenarterienstamme und seinen Aesten, nach der ab- oder aufsteigenden Hohlvene (Aneurysma varicosum spontaneum). — Der Durchbruch ist gewöhnlich einfach, zuweilen aber ist er doppelt, nach einer oder nach zwei verschiedenen Richtungen.

In seltenen Fällen eröffnet sich ein Aneurysma in ein anstossendes Zweites, wie man dies bisweilen an Aorten-Aneurysmen beobachtet. In der gemeinschaftlichen Aneurysmahöhle findet sich eine durchbrochene Scheidewand, welche, wenn der Riss gross war, zu einer leistenartigen Erhebung reducirt worden sein kann.

Höchst selten kommen anscheinend einfache Aneurysmen mit zwei Oeffnungen (Hälsen) in der Arterie vor, wie Cruveilhier sie gesehen hat. Ein solches Aneurysma ist entweder auf die vorgedachte Weise aus zweien entstanden und die Scheidewand ist durch Abnützung verloren gegangen oder es hat sich ein Aneurysma in die Höhle seiner Arterie, nachdem es mit ihr verwachsen, eröffnet.

Eben auch selten ist die Eröffnung von Aneurysmen, die ganz oder theilweise in Parenchymen eingebettet lagern, in diese z. B. das Lungenparenchym. Die Blutung hat zunächst in das Parenchym und häufig, nachdem dieses vielfach aufgewühlt oder in Form eines Canales durchbrochen worden, frei in die respective seröse Cavität Statt.

Die Eröffnung eines Aorten-Aneurysma in die Höhle einer von schwieligen Wänden umschlossenen tuberkulosen Lungencaverne habe ich einmal beobachtet.

Endlich eröffnen sich bisweilen umfängliche Aneurysmen, zumal der Aorta thor. durch die allgemeinen Decken nach aussen.

Von Interesse ist die Art des Zustandekommens der Eröffnung des Aneurysma:

Aneurysmen, welche in eine seröse Cavität hereinragen, bersten eben an dem hereinragenden Abschnitte, welcher mit der serösen Haut verwachsen und wegen des Mangels umgebender, zu seiner Verstärkung geeigneter stützender Gewebe der dünnste geblieben ist, geradezu in Folge der übermässigen Verdünnung der Aneurysmawand hieselbst, und zwar in der Regel an einer der am meisten ausgebuchteten Stellen. Die Oeffnung ist bald eine spaltähnliche Lücke, bald, und zwar sehr häufig ein rundliches am Rande ausgefranstes Loch. Die Eröffnung des Aneurysma ist eine wahre auf einem Maximum von Ausdehnung und Verdünnung der Aneurysmawand beruhende Zerreissung. Das letztgenannte Ansehen des Risses mag zwar verleiten, einen die Eröffnung einleitenden Erweichungsprocess der Aneurysmawand zu vermuthen, allein ich habe einen solchen nie nachzuweisen vermocht: ein gallertartiges Ansehen in der nächsten Umgebung des Loches ist öfter durch eine recente durchscheinende Auflagerung gegeben, welche bei der Verdünnung der äusseren fibroiden Schichte der Aneurysmawand diese fast allein zu constituiren scheint, — eine Erweichung und Entfärbung angrenzender Fibrinlagen ist eben auch eine zufällige, das Andringen des Blutes an die Aneurysmawand und damit die Zerreissung selbst allerdings begünstigende Erscheinung.

In den Fällen, wo das Aneurysma die Wandungen angelagerter, angelötheter Canäle durchbricht und sich in deren Höhle eröffnet, ist der Vorgang ein mehr complicirter — durch Atrophie, Texturerkrankung der Wände jener Canäle eingeleitet und bedingt. So erfolgen die Eröffnungen des Aneurysma in die Trachea, in einen Bronchialstamm, in den Oesophagus u. dgl. andere Canäle dergestalt, dass, nachdem die faserig-knorpeligen, die muskulösen Schichten jener Canäle sammt der angelötheten Aneurysmawand durch Detritus in verschiedenem Grade consumirt worden, die Schleimhaut sich entzündet und im Zustande entzündlicher Lockerung sammt der Aneurysmawand einreisst. In manchen anderen Fällen, wie namentlich am Oesophagus, entsteht über dem andringenden Aneurysma ein Brandschorf der Schleimhaut, der alsbald in die Aneurysmawand selbst greift, womit eine gemeinhin umfängliche Eröffnung des Aneurysma gegeben ist.

Die Eröffnung des Aneurysma in die Höhle benachbarter Blutgefässe kommt in verschiedener Weise zu Stande. In manchen Fällen findet dieselbe Statt, nachdem die Aneurysmawand sich mit der Zellscheide des Gefässes identificirt, d. i. nachdem diese Zellscheide zur Aneurysmawand geworden, ohne dass die beiden inneren Häute (Ringfaser- und innere Gefässhaut) bis dahin eine sichtliche Veränderung erlitten haben. Der Riss hat in diesen letzteren Aehnlichkeit mit der spontanen Zerreissung grosser Arterien. Taf. X, 7. Beob.

Gewöhnlicher kommt sie unter anderen Bedingungen zu Stande: Nachdem die mit der Zellscheide des Gefässes identificirte Aneurysmawand auch mit der Ringfaserhaut verwachsen, weicht diese auseinander und atrophirt; sofort verwächst die Aneurysmawand mit der inneren Gefässhaut und reisst als ein gleichartiges Gebilde auf der Höhe der Hereinbuchtung ein. Der Riss ist, wie gewöhnlich bei der Eröffnung des Aneurysma in eine seröse Cavität, klein, spaltähnlich, einem rundlichen Loche gleich. Taf. XI *A* und *B*, 8. und 9. Beob.

Wir haben beiderlei Eröffnungsweisen als Eröffnungen von Aorten-Aneurysmen in die Lungenarterie und den rechten Lungenarterienast beobachtet. Der Riss wird nicht selten überlebt und längere Zeit getragen. Taf. XI *A* und *B*, 8. und 9. Beob.

Die Eröffnung des Aneurysma in eine anliegende Vene, erfolgt auf die letztere der obgedachten Weisen.

Aneurysmen, welche in Parenchymen, zumal lockeren Parenchymen, in zellstoffigen Anhäufungen gebettet sind, eröffnen sich gemeinhin in Folge der übermässigen Verdünnung ihrer Wand. Bisweilen ist es ein acuter Entzündungsprocess, welcher das Gewebe über der pulsirenden Stelle zum Auseinanderweichen, zur Zerreissung bestimmt und hiedurch den Einriss der Aneurysmawand veranlasst.

Die Eröffnung eines Aneurysma nach aussen kommt, wie jene in schleimhäutige Canäle, mittelst eines durch hohen Entzündungsgrad der Lederhaut veranlassten Auseinanderweichens und Zerreissung ihres Gewebes oder mittelst eines Brandschorfs zu Stande.

Diese Eröffnungen sind entweder, und zwar gewöhnlich, rasch entstandene einfache Risse oder mehrfache nach einander entstehende feine Durchlöcherungen, so dass anfangs nur allmähliche, wiederkehrende Durchsickerungen Statt finden, ehe es zu einer umfänglichen Perforation kommt.

Ausser der gewöhnlichen, im Vorangehenden erörterten Eröffnungsweise des Aneurysma kommen bisweilen an spindelförmigen Aneurysmen umfängliche Risse der erkrankten beiden inneren Gefässhäute mit Loswühlung der mit ihnen verwachsenen sclerosirten Zellscheide vor — ein Ereigniss, von dem noch bei den spontanen Zerreissungen der Arterien die Rede sein soll.

Die Folge der Eröffnung des Aneurysma ist gewöhnlich der Tod durch die Hämorrhagie an und für sich oder durch die Behinderung und Aufhebung der Function jener Organe, in welche die Hämorrhagie Statt findet, z. B. die Trachealwege. In letzterer Weise sind auch die Eröffnungen des Aneurysma in andere Blutgefässe in der Nähe des Herzens, in eine oder die andere Herzhöhle gewöhnlich schnell, durch Hemmung des Kreislaufes tödtlich. Jedoch giebt es hiervon Ausnahmen, indem kleinere Eröffnungen in jene Blutgefässe nicht selten lange getragen werden, wobei das die Communication unterhaltende Loch an seinen Rändern von Auflagerung überhäutet wird und hiemit ein glattes, heiles Ansehen bekommt. (S. 28 und A. varicosum spontaneum.)

So gewöhnlich der ungünstige Ausgang des Aneurysma ist, so werden doch auch zuweilen Fälle beobachtet, in denen die Krankheit eine günstigere Wendung nimmt, in denen die Natur eine spontane Heilung des A. einleitet. Es geschieht dies durch verschiedene Vorgänge (Hodgson), welche ich hie und da eingeleitet beobachtet habe.

1. Das A. drückt die Arterie, an der es sitzt, ober- oder unterhalb so zusammen, dass sie allmählich unwegsam wird und sofort sammt dem Aneurysma obliterirt. Die Kunst ahmt diese Naturheilung in der Unterbindung der Arterie unter oder über dem Aneurysma nach. Es kann dieses Aneurysma seiner Form nach, nur ein sackförmiges und namentlich ein mit einem Halse aufsitzendes sein. Nach Wardrop (Costello's Cyclopädia in A. Aneurysma, Froriep's Notiz. Bd. 13, Nr. 277) erfolgt auch Heilung, indem das Aneurysma platzt und das extravasirte Blut auf die Arterie drückt und Obliteration bewirkt.

2. Das Aneurysma wird von Faserstoff-Gerinnungen völlig ausgefüllt, über diesen bildet sich eine die innere Gefässhaut darstellende Auflagerung an, welche die Höhle des Aneurysma vom Canale des Gefässrohres abschliesst, worauf das Aneurysma schrumpft und verödet. Die günstigste Bedingung hiefür bietet das mit einem Halse aufsitzende Aneurysma mit enger Zugangsöffnung dar. — Das A. schrumpft je nach seiner Form zu einem derben Knoten oder Wulste von rostbrauner, schiefergrauer Färbung, welcher innerhalb einer Wand von dichter fibroider Textur die Fibrincoagula in einem Zustande von fibroider Gewebsumstaltung, zum Theile von Zerfallensein zu einem rostbraunen, hefengelben, verkreidenden Breie enthält. — Beiderlei Heilungsweisen sind an mehreren der Aneurysmen der dritten Beobachtung eingeleitet.

Die der fibroiden Textur des aneurysmatischen Sackes inhärente Neigung zum Schrumpfen begründet es, dass bisweilen selbst spindelförmige Aneurysmasäcke unter gewissen Bedingungen, zu denen vorzüglich Abnahme der Blutmenge und Herabstimmung der Herzthätigkeit gehören, unter fortgesetzter Anbildung von Fibrincoagulis während der allmählichen Herstellung eines Collateralkreislaufes schrumpfen und sich endlich schliessen. — Ich habe sogar ein von den Nierenarterien bis zu der Spaltung der Aorta reichendes, im Leben ehedem kopfgrosses Aneurysma, zu einem etwa ein Gansei fassenden, spindelförmigen, zum grössten Theile von hefengelben, morschen Fibrincoagulis ausgefüllten, oben sich gürtelförmg abschnürenden, sehr dick- und derbwandigen Sacke geschrumpft gesehen.

Aehnliche Fälle scheinen mir insbesondere jene, welche Goodisson (Dublin Hosp. Reports Vol. II) und Monro (Edinb. Journ. of med. science Vol. III) beobachtet haben.

3. Bei Aneurysmen an den Gliedmassen ergreift die durch sie veranlasste brandige Zerstörung das Aneurysma selbst, wobei die Arterie in Folge von Arteriitis durch eine Gerinnung verstopft wird. Der aneurysmatische Sack wird abgestossen und ausgeführt und die Arterie obliterirt in verschiedener Strecke. Ebenso können Entzündungen und Eiterherde in der Nähe des Aneurysma eine Arteriitis mit Obturation und sofortiger Obliteration der Arterie veranlassen, während der aneurysmatische Sack durch die Eiterung zerstört und entfernt wird.

Das spontane Aneurysma hält sich bezüglich der Häufigkeit seines Vorkommens an die Scale, welche die ihm zu Grunde liegende Erkrankung der Gefässhäute in den verschiedenen Abschnitten des Arteriensystems beobachtet. Die von verschiedenen Beobachtern angegebenen Häufigkeitsverhältnisse stimmen ziemlich zu meinen Beobachtungen, jedoch sind einzelne Angaben, wie z. B. namentlich die übergrosse Häufigkeit des Aneurysma der Art. poplitea irrig, und dadurch veranlasst, dass man neben spontanen Aneurysmen auch solche von unzweifelhaft traumatischem Ursprunge in Rechnung bringt.

Im Allgemeinen sind die Aneurysmen an Arterien von grösserem Caliber ohne Vergleich häufiger als an kleinen Arterien, und ganz ausgezeichnet ist ihre Häufigkeit am Aortenstamme selbst.

Gegenüber der Häufigkeit des Aneurysma im Aortensysteme ist dasselbe höchst selten im Systeme der Lungenarterie. So viel mir bekannt, wurde es eigentlich nur am Stamme der Lungenarterie beobachtet, wobei natürlich von den Erweiterungen der Lungenarterienäste innerhalb der Lungen in den Raum von Cavernen herein abgesehen ist.

Man sollte meinen, dass das Aneurysma der Lungenarterie nicht wohl ohne gleichzeitige Erkrankung des Aortensystems und namentlich der Aorta selbst vorkommt. Ich bringe einen ausgezeichneten Fall in der 12. Beobachtung, Taf. XII, bei.

Es sind mir die meisten der bisher bekannt gewordenen Fälle von Aneurysma der Lungenarterie nicht in den bezüglichen Originalien zugängig; ich kann mich daher auf eine erfolgreiche Sichtung derselben nicht einlassen. In dem Falle, den Prof. Dlauhy in Prag gesehen und beschrieben hat (Pr. Viertelj. 1848, 1. B.), war die Aorta so gut wie nicht erkrankt, sie war aber enge und zugleich war eine Stenose des linken Ostium venosum zugegen — also ein doppeltes mechanisches Moment für die Erkrankung der Lungenarterie.

In Bezug auf das Geschlecht ergiebt sich ein namhaftes Ueberwiegen auf Seite des männlichen, immerhin ist dies jedoch nicht so bedeutend, als gewöhnlich gesagt wird. In Bezug auf das Alter kommen die allermeisten Aneurysmen auf die Periode vom 30. bis zum 60. Lebensjahre, vom 30. abwärts bis zum 20. sind sie viel seltener, und unter dem 20. sind sie als höchst selten zu erachten, zumal, wenn man die Aneurysmen von ulceröser Perforation und alle Aneurysmen traumatischen Ursprunges ausschliesst.

Dem spontanen Aneurysma pflegt man, eben wegen seiner spontanen von äusseren Veranlassungen unabhängigen Entstehung, ferner weil man nicht selten mehrere Aneurysmen in einem Individuum zugleich beobachtet, oder weil man solche nach einander, bisweilen im Gefolge der Unterbindung und des Unwegsamwerdens des einen, ein zweites u. s. w. auftreten sah, eine aneurysmatische Diathese zu Grunde zu legen und diese sofort aus Gicht, Syphilis und Mercurialcachexie u. dgl. abzuleiten. Man hat fast täglich Gelegenheit, sich von der Unhaltbarkeit solcher Ansichten zu überzeugen, und ich habe mich über die Grundlage des Aneurysma im Verlaufe der bisherigen Erörterungen ausgesprochen.

Bei der Entstehung eines Aneurysma im Gefolge der durch operativen Eingriff veranlassten Verödung eines andern ist ohne Zweifel die durch die Reduction der Blutbahn gesetzte Steigerung des Impulses als mechanischen Momentes bei bestehender ausgebreiteter Erkrankung der Gefässhäute beachtenswerth.

Von Interesse ist, dass das spontane Aneurysma nicht wohl eine Combination mit Tuberkulose eingeht. Dies mag beruhen:

1. Vor Allem auf dem Verhalten der Grundlage des Aneurysma als constitutionellen Krankheit (S. 15).

2. Auf der Defibrination des Blutes durch Abscheidung, Coagulation grosser Faserstoffmengen in umfänglichen Aneurysmen.

Vom Aneurysma der Aorta im Besondern.

Wiewohl viele der wichtigsten in dem Voranstehenden enthaltenen Angaben dem Aneurysma des Aortenstammes entnommen sind, so erheischt dieses doch noch eine besondere Erörterung. Es ist das allerhäufigste. Von den einzelnen Abschnitten des Aortenstammes sind es der aufsteigende Aortenschenkel und der Aortenbogen, an denen das A. häufiger vorkömmt als in dessen weiterem Verlaufe.

Es kommen hier alle Aneurysmaformen vor, selbst das A. cirsoideum hat man bisweilen den ganzen Aortenstamm entlang zu beobachten Gelegenheit. Sie erreichen den grössten Umfang.

Am aufsteigenden Aortenschenkel sind die Aneurysmen ungleich häufiger an der Convexität als an der Concavität desselben. Jene am Ursprungs-Stücke desselben reichen nicht selten in der Form sackiger Ausbuchtungen in die Sinus der entsprechenden halbmondförmigen Klappen. Sie sind nebst der Beeinträchtigung des Ostiums der Art. coronaria dextra desshalb wichtig, weil sie sehr oft frühzeitig, bei sehr unbeträchtlicher Grösse, in die Höhle des Herzbeutels, bisweilen in den Hohlvenensack bersten. — Zur Berstung von A. überhaupt, welche in die Höhle des Herzbeutels hereinragen, in eben das Cavum pericardii, giebt bisweilen eine Perikarditis Veranlassung.

Ein Gleiches gilt von den Aneurysmen des Aortabogens; die an der Convexität desselben sind ungleich häufiger, als jene an dessen Concavität.

An der absteigenden Aorta scheinen die Aneurysmen innerhalb des Thorax häufiger von der hinteren Wand und dem seitlichen Umfange des Gefässrohres abzugehen, so dass sie eben gemeinhin die Wirbelsäule und die benachbarte Costalwand des linken Thorax in Anspruch nehmen.

Die Aneurysmen der Bauchaorta betreffen vorzugsweise den vordern und seitlichen Umfang desselben.

Nebstbei bieten diese verschiedenen Aneurysmen folgendes Beachtenswerthe dar:

1. Die von der Convexität des aufsteigenden Aortenschenkels und die von der vorderen und oberen Wand des Aortabogens abtretenden Aneurysmen erreichen in der Regel ein grosses Volumen und nehmen hiebei die Richtung, dass sie sich an die rechte Hälfte des Brustbeins, die Rippenknorpel und die Rippen rechter Seite von der 1. bis zur 5—6, an das Sternoclavicular-Gelenk und das Schlüsselbein dieser Seite anlagern, diese Gebilde endlich durch Detritus zerstören und in der entsprechenden Gegend aussen am Thorax zum Vorschein kommen. Die Kenntniss dieser Richtung, von der es nur höchst seltene Ausnahmen giebt, ist wichtig, weil zumal das an das Sternoclavicular-Gelenk und das Schlüsselbein andringende Aorten-Aneurysma um so leichter für ein Subclaviar-Aneurysma gehalten wird, als die Häufigkeit dieses letzteren insgemein für gross angegeben wird. Sie eröffnen sich häufig in den rechten Pleurasack, nach aussen in das vordere Mediastinum.

2. Die von der Concavität des aufsteigenden Aortenschenkels abgehenden Aneurysmen entwickeln sich nach dem Lungenarterienstamme hin oder sie lagern sich vor diesem an den Lungenvenensack an und eröffnen sich gelegenheitlich in dieselben.

Die von der Concavität und dem hintern Umfange des Aortabogens abgehenden Aneurysmen stossen auf die Trachea und die Bronchialstämme und eröffnen sich, gewöhnlich frühzeitig, lange bevor sie zu einem namhaften Volumen gelangen konnten, in dieselben.

3. Aneurysmen der A. thoracia desc. nehmen vorerst — den oben angegebenen Ausgangspunkten entsprechend — gewöhnlich die Wirbelsäule in Anspruch, zerstören diese in verschiedener Ausdehnung und in verschiedenem Grade, in seltenen Fällen so, dass sie mit der harten Rückenmarksscheide in Contract kommen und sich wohl auch in deren Canal eröffnen. Nebstbei breiten sie sich von da über die hintere Wand des linken Thorax aus, eröffnen sich bisweilen frei in dessen Cavum oder sie destruiren in einzelnen seltenen Fällen diese Thoraxwand so, dass sie aussen am Rücken zum Vorschein kommen. Ausserdem nehmen sie sehr häufig den linken Bronchialstamm in Anspruch, lagern sich in das Lungenparenchym ein und eröffnen sich darin oder auch in einen der grösseren Bronchialäste innerhalb der Lunge.

Entwickeln sie sich vom vordern und rechtseitigen Umfange, so lagern sie sich im Mediastinum, an den Oesophagus und eröffnen sich oft in diesen.

Die Aneurysmen der Bauchaorta eröffnen sich im Allgemeinen seltener — in den Peritonäalsack, in das retroperitonäale Zellgewebe.

Vom Aneurysma traumaticum.

Es giebt Aneurysmen, welche der Kranke von einer traumatischen Einwirkung, einer Contusion, einer Zerrung, Erschütterung, einer ungewöhnlichen Kraftäusserung u. s. w. herleitet, und deren Entstehung auch der Arzt am Krankenbette und am Leichentische beim Abgange jeder Erkrankung der Gefässhäute und bei der strengen Oertlichkeit des Aneurysma nicht anders erläutern kann, als dass er sich der Aussage und Ansicht des Kranken anschliesst. Solche Aneurysmen kommen besonders an den Arterien der Gliedmassen vor und es werden, wie schon bemerkt worden, bei den Zählungen behufs der Anfertigung von Häufigkeitsscalen des Aneurysma gemeinhin ohne weitere Rücksicht unter die die grösste Anzahl ausmachenden spontanen Aneurysmen auch solche aufgenommen, welche traumatischen Ursprungs sind, wohin namentlich eine gewisse Anzahl von Aneurysma der Art. cruralis, poplitea, brachialis gehören.

Es frägt sich, welche Störung durch die traumatische Einwirkung in der Gefässwand gesetzt werde und der Entstehung des Aneurysma zu Grunde liege.

Diese Frage ist, soferne man einerseits die Arterie gleich nach dem Vorfalle zu untersuchen nicht oder doch nur höchst selten Gelegenheit hat, und soferne andererseits die Untersuchung des bereits entwickelten Aneurysma keine absolut gültigen Rückschlüsse auf die ursprüngliche Störung erlaubt, sehr schwer zu beantworten. Es ist jedoch höchst wahrscheinlich, dass sie in einer Lockerung der Textur der Ringfaserhaut oder in einer eigentlichen Zerreissung derselben und der inneren Gefässhaut bei Integrität der Zellscheide bestehe.

Seitdem ich die spontane Zerreissung der beiden inneren Häute der Aorta in Form des sogenannten A. dissecting, namentlich in der 40. und 41. Beobachtung, mit einer dem A. mixt. ext. gleichen Ausbuchtung der Zellscheide geheilt fand, und seitdem ich mit dem Falle der 3. Beobachtung, bekannt geworden, zweifle ich um so weniger, dass dem traumatischen Aneurysma auch eine eigentliche Zerreissung der inneren und der Ringfaserhaut zu Grunde liege, als die innige Adhäsion der Zellscheide an die Ringfaserhaut im normalen Zustande der Loswühlung der ersteren von dieser durch das Blut widersteht.

Noch weniger möchte zu bezweifeln sein, dass dem traumatischen Aneurysma eine durch die obgedachten Einwirkungen veranlasste Entzündung mit Eiterexsudat, d. i. die Entstehung von Eiterherd in der Zellscheide und namentlich in der Ringfaserhaut, in der S. 16 erhobenen Weise zu Grunde liege.

In dem Falle von blosser Texturlockerung der Ringfaserhaut giebt diese nach und weicht allmählich auseinander, denn die innere Gefässhaut, wenn sie unversehrt blieb, reisst ohne Zweifel bald wegen ihrer geringen Ausdehnbarkeit ein und es kommt zu einem Aneurysma, welches, je grösser es wird, zu desto grösserem Theile bloss aus der Zellscheide besteht. Im Falle einer eigentlichen Zerreissung der Ringfaser- und inneren Gefässhaut besteht es augenscheinlich gleich von vorne herein aus der blossen Zellscheide — als sogenanntes A. mixt. ext. (Scarpa's A. spurium). Bezüglich der Form wird das Aneurysma je nach der ursprünglichen Störung eine bald undeutlich, bald scharf von der Ringfaserhaut begrenzte Ausbuchtung der Zellscheide sein. Für den Fall einer ulcerösen Zerstörung der inneren Häute gilt das S. 16 Gesagte.

Der Nachweis dieses Entwickelungsganges an dem Aneurysma selbst ist übrigens positiv nicht zu führen und was das fertige Aneurysma anbelangt, so muss dieses dem spontanen Aneurysma so ähnlich sein, dass die Diagnose nur auf Grundlage bestimmter Krankenaussage zulässig ist.

Vom A. herniosum (A. mixtum int.)

Der Aufstellung dieser Species des Aneurysma liegt ohne Zweifel der Mangel genügender Kenntniss der endogenen Auflagerung und die Verwechselung dieser mit der (ursprünglichen) inneren Gefässhaut zu Grunde.

Die Existenz eines A. herniosum ist seit Haller der Gegenstand mehrfachen Streites gewesen. Hieran trugen nebst anderen folgende Umstände Schuld: Zuvörderst vereinigte man sich nicht darüber, was ein Aneurysma herniosum sein solle und sodann kümmerte man sich einerseits nicht, ob die geeignet scheinenden, durch traumatische Einwirkung oder spontan entstandenen Störungen in der That ein Aneurysma zur Folge haben, während man andererseits das Thema zum Gegenstande einseitiger Experimente am Thiere machte.

1. Soll das A. herniosum in einer Ausdehnung der inneren Gefässhaut bestehen, indem diese in Form einer Hernie durch eine Lücke in der mittleren und äusseren Arterienhaut heraustritt, so ist gegen die Existenz eines solchen Aneurysma einzuwenden:

a) Bei den Versuchen von J. Hunter und E. Home ergab sich, dass nach Wegnahme der äusseren Häute einer Arterie die innere Gefässhaut keineswegs zu einem Aneurysma hervorgedrängt wurde; es mochte die äussere Haut allein oder mit ihr auch die mittlere abgelöst worden sein, so erfolgte Entzündung und Heilung ohne alle Abänderung des Lumens der verletzten Arterie.

In diesem Resultate ist nicht allein das Ausbleiben der Aneurysmabildung, sondern ganz vorzüglich der Umstand merkwürdig, dass die blossgelegten inneren Häute bei ihrer geringen Widerstandskraft und Ausdehnbarkeit nicht einrissen.

b) Eine Ablösung der Zellscheide hat an grossen Arterien (am Aortenstamme) beim Menschen, wie es die Beobachtungen des sogenannten A. dissecting lehren, keine Ausbuchtung der blossgelegten Ringfaser- und inneren Gefässhaut, sondern eine alsbaldige Zerreissung derselben zur Folge. Wenn dieses Ereigniss in Fällen eintritt, wo jene beiden Häute ziemlich normal waren, so lässt sich erwarten, dass es um so mehr bei Erkrankung derselben eintreten werde.

c) Bei ulcerösen Corrosionen von Arterien von andringenden Jaucheheerden endlich, wie nebst andern der A. vertebralis (Hasse), der A. cruralis von vereiterndem syphilitischem Bubo, wovon ich drei Fälle beobachtete, nimmt man ungeachtet der sehr allmählichen schichtenweisen Consumtion der einzelnen Strata keine Spur einer aneurysmatischen Ausbuchtung der blossgelegten inneren Häute wahr; die Arterie wird in Form eines runden, länglichrunden, wie geschnittenen, von aussen nach innen trichterförmigen Loches durchbohrt.

2. Meint man dagegen unter A. herniosum ein solches, welches dadurch zu Stande kommt, dass die innere Gefässhaut durch eine in der Ringfaserhaut entstehenden Lücke hindurchtritt und mit der Zellscheide zu einem Aneurysma ausgedehnt wird, so hat man nach unserem Dafürhalten bei den einschlägigen Untersuchungen die ursprüngliche innere Gefässhaut gewiss nicht nachgewiesen, sondern eine das Aneurysma auskleidende Auflagerung dafür genommen:

a) Beim A. traumaticum zerreisst die innere Gefässhaut zugleich mit der Ringfaserhaut oder bald nach dem Risse der letzteren, oder nachdem eben diese in ihrer Textur auseinander zu weichen begonnen hat. Findet man nun in dem zu Stande gekommenen von der Zellscheide dargestellten Aneurysma eine an dieser haftende, der inneren Gefässhaut analoge Auskleidung, so ist man verleitet ein neu hinzugekommenes Gebilde, eine endogene Auflagerung für die ursprüngliche innere Gefässhaut zu halten und das A. für ein herniosum anzusehen. (Vergl. S. 32.) In ähnlicher Weise verhält es sich dort, wo in Folge traumatischer Einwirkung eine ulceröse Durchbohrung der beiden inneren Arterienhäute stattgefunden hat.

b) Beim spontanen Aneurysma von ulcerösem Processe in der Ringfaserhaut wird die innere Gefässhaut entweder durch Vereiterung consumirt oder sie reisst über dem Herde ein; beim spontanen Aneurysma von Zerreissung der inneren Arterienhäute ist sie eben mit zerrissen; das was diese Aneurysmen später an innerer Auskleidung darbieten, ist reine Auflagerung. Bei dem spontanen Aneurysma von Auflagerung und der consecutiven Erkrankung der Ringfaserhaut und Zellscheide verwächst die schon bestehende Auflagerung in den Lücken der auseinander weichenden Ringfaserhaut mit der Zellscheide,

und wird mit dieser — oft weit über die Grenzen einer schon vorläufig bestehenden Ausbuchtung der Gefässwand — ausgedehnt. Soferne die hier inbegriffene innere Gefässhaut durchaus nicht der Gegenstand eines anatomischen Nachweises sein kann, so hat man die endogene Auflagerung für die innere Gefässhaut angesehen und dergestalt irrthümlich ein A. herniosum construirt. Hiernach dürften die Behauptungen eines A. herniosum von W. Hunter, Dubois und Dupuytren zu beurtheilen sein.

Dieselbe Meinung spricht N. Chevers aus, indem er glaubt, dass man eine Neubildung für die innere Gefässhaut gehalten hat.

Demgemäss gibt es ein A. herniosum nur in soferne, als man für die eigentliche innere Gefässhaut die (endogene) Auflagerung substituirt; das A. traumaticum würde aber demungeachtet keines sein, weil die dasselbe auskleidende Auflagerung erst eine spätere consecutive Bildung darstellt.

In diesem Sinne ist das A. herniosum, wie aus den Erörterungen S. 19 u. ff. hervorgeht, eine sehr gewöhnliche Erscheinung; insbesondere würde das mit einem Halse aufsitzende spontane Aneurysma so zu nennen sein, wenn die Beibehaltung dieses Terminus überhaupt vom Belange und zu rechtfertigen wäre.

III. Aneurysma und Offenbleiben des Ductus arteriosus.

Das sogenannte Aneurysma und sein Offenbleiben sind einander in so ferne verwandt, als beide in einem anomalen Involutionsvorgange des Ductus begründet sind.

Zur Verständigung dessen, was hierüber gesagt werden soll, ist es nöthig, über den Involutions-Process des arteriösen Ganges zu bemerken:

a) Die Involution des D. Botalli besteht in einem Schrumpfen und Veröden desselben in der Regel ohne Vermittelung von Blutpfropf. Man muss aber zugeben, dass gerade nicht allzuselten ein Blutpfropf hierbei intervenirt.

Bei dem Schrumpfen desselben findet gemeinhin eine auffällige Verdickung seiner Wände Statt. Die ganze die innere Gefässhaut in Runzeln zusammendrängende Masse besteht unter der Zellscheide aus der gewulsteten Ringfaserhaut, welche eine röthliche Färbung angenommen hat — Lagen von glatten Muskelfasern und dazwischen die elastischen Lamellen. Weder auf der Innenfläche, noch in der Dicke der Gefässwand ist irgend eine Spur von Exsudat (Entzündungsproduct) zu entdecken.

b) Die Involution des D. Botalli geht nicht an beiden Enden desselben gleichförmig vor sich; in der Regel überwiegt sie nächst den Lungenarterien-Ostium, so, dass auch von beiden Ostien das eben genannte kleiner ist, als das Ostium aorticum.

Das sogenannte Aneurysma besteht in einer Ausweitung des D. art. nach bereits eingeleiteter Involution zwischen seinen beiden Ostien zu einer runden kugeligen oder spindel-, walzenförmigen Kapsel. Diese ist von coagulirtem Blute ausgefüllt und der Canal dadurch meist vollständig obturirt.

Die Ursache seiner Entstehung ist höchst wahrscheinlich eine Steigerung der im Vorigen berührten Ungleichförmigkeit des Schrumpfens nächst den beiden Ostien und zwar ein voreiliges Schrumpfen am Lungenarterien-Ostium, wodurch das in den Canal gelangende Aortenblut nicht genügend weitergeschafft, sondern zur Stagnirung und Coagulation veranlasst wird.

Diese Aneurysmen sind ohne Zweifel ohne Bedeutung und ohne alle weiteren Folgen, indem sie über dem Coagulum mit Schliessung des ganzen Canales veröden. Sie sind ziemlich selten.

Thore hat (Archiv. gen. Mai 1840. Schmid's Jahrb. 1850, N. 7) unter 1000 Leichenöffnungen 8 Mal solche Aneurysmen gesehen. Eine Zählung der hierortigen Befunde dürfte ungefähr dasselbe Verhältniss geben.

2. Von mehr Interesse ist das Offenbleiben des Ductus mit fortbestehender Communication der Aorta und Lungenarterie.

Die Form, unter welcher dies Statt findet, ist zweifach:

a) In den bei weitem häufigeren Fällen stellt der offen gebliebene Ductus Botalli ein trichterförmiges Gefässstück dar, an welchen das Ostium aorticum weit, das Lungenarterien-Ostium dagegen enge ist. Die näheren Verhältnisse, wie sie die hieher gehörigen Beobachtungen (13. bis 17. Taf. XIII *A*, *B*) darbieten, bestehen in folgendem:

Die Ausweitung am Aortenostium hat vorne eine mehr oder weniger vorspringende leistenartige Begrenzung; gegen die Lungenarterie hin verjüngt sich der Canal und sein Ostium ist hier im Vergleiche zum Ostium aorticum sehr enge, wird von einem vorspringenden Walle ringsumfasst und ist merklich in die Lungenarterie hereingedrängt.

b) In seltenen Fällen ist es ein gleich weiter, kurzer, an beiden Ostien bis etwa auf die leistige Begrenzung am vorderen Umfange des Ostiums aorticum gleichbeschaffener Canal (18. Beob. Taf. XIII *C*.)

Die Richtung des Blutstromes von der Aorta nach der Lungenarterie ist in den ersteren Fällen durch die Gestaltung des Canals und seiner Ostien unwiderleglich dargethan, ja es hat das Lungenarterien-Ostium zuweilen das Ansehen, dass man es als durch eine gewaltsame Wiedereröffnung von der Aorta her gegeben halten möchte. Ueberdies spricht hiefür die fast in allen Fällen in der Volumszunahme des Gesammt-Herzens mehr oder weniger vorwiegende active Erweiterung des rechten Herzens. — Dieses macht wahrscheinlich, dass auch in dem 18. Falle dieselbe Strömung von der Aorta nach der Lungenarterie Statt hatte, wofür man weiters noch die in der letzteren vorhandene Auflagerung beibringen könnte.

Als Grund des Offenbleibens des D. arteriosus kann nicht wohl ein oder das andere vereinzelte Moment, sondern ein Complex mehrerer, ja noch mehr ein rechtzeitiges Ineinandergreifen ihrer Wirksamkeit angesehen werden. Dem Ductus Botalli wohnt nemlich eine solche Neigung zur Involution inne, dass man ihn sehr gewöhnlich unter den ungünstigsten Bedingungen geschrumpft und verödet findet.

Ich kenne keinen Fall, in welchem die Involution des Ductus durch Hindernisse der Entwickelung des Lungenkreislaufes nach der Geburt hintangehalten und derselbe offen und zwar vom Lungenarterien-Ostium her offen geblieben wäre. In den seltenen Fällen, wo derselbe ungewöhnlich lange nach der Geburt eben noch und zwar gleichmässig durchgängig gefunden wurde, musste man dies vor der Hand, wegen Mangels an Begründung, ebenso wie das so häufige Offenbleiben des Foramen ovale in mässigem Grade, für eine Zufälligkeit ansehen.

Meiner in den angeführten Beobachtungen bestehenden Erfahrung zufolge hat es den Anschein, als wenn der Ductus nur vom Ostium aorticum her zu einem persistenten Offenbleiben bestimmt werde, und ein hier in Betracht kommendes ursächliches Moment scheint mir die in derlei Fällen vorfindige Enge der Aorta, zumal wie gewöhnlich des Aortenbogens und der absteigenden Aorta zu sein. Tritt bei einer solchen eine rasche und ausgiebige Ablenkung des Blutstromes nach den Lungen ein, so wird sich das Aortenblut desto mehr nach und in den Ductus drängen, je ungenügender das Caliber der Aorta ist. Dieser Strom wird je nach Umständen den Ductus gleichförmig oder aber, so ferne mit der Ablenkung des Lungenarterienstromes eine eben so rasche Involution des Ductus an seinem Lungenarterium-Ostium gegeben ist, denselben in der gewöhnlicheren conischen Form offen erhalten.

Und doch muss man gegenüber dieser begründeten Construirung des Factums gestehen, dass der Ductus Botalli selbst bei monströser Enge der Aorta sich in der Regel in ganz gewöhnlicher Weise involvirt.

Das Foramen ovale findet sich, ungeachtet man erwarten sollte, dass es offen bleibt, im Allgemeinen bald offen, bald geschlossen, ja es findet sich gerade bei sehr weiter Communication geschlossen.

IV. Verengerung, Obliteration der Arterien.

Mit Uebergehung der angebornen Enge des Aortensystems — zunächst auffällig am Aortenstamme, der Verengerung und Verödung der Arterien tabescirender Organe, der Arterien von zufällig oder absichtlich verstümmelten Körpertheilen sind von besonderem Interesse:

A. Eine Obliteration, welche in ursprünglicher Enge eines Gefässstückes und der hiedurch veranlassten Entwickelung eines Collateral-Kreislaufes begründet ist, dergestalt, dass dasselbe in dem Maasse, als sich der Collateral-Kreislauf vervollständigt, immer enger wird und mit dessen Vollendung sich endlich schliesst. Sie ahmt hierin einigermassen die Involution der Foetalwege (des Ductus art.) nach.

Es gehört hieher die Obliteration der Aorta jenseits der von ihrem Bogen entspringenden Aeste in dem sogenannten Isthmus, mehr oder weniger entsprechend der Einsenkungsstelle des verödeten Ductus Botalli.

Die Zahl der hieher gehörigen Fälle beläuft sich nunmehr — unsere drei Beobachtungen, die 19., 20., (Taf. XIV *A*, *B*), 21., (Taf. XV) mit eingerechnet — mindestens auf 26. Zu den in meinem Handbuche der path. Anat. *B.* 2, p. 589, aufgeführten 16 kommen nämlich ein Fall von Wise (Prov. med. Journ. Nr. 147, Canstatt's Jahresb. 1843 von Dr. G. Löbl), ein Fall von N. Chevers (Lond. Gaz. 5. Mai, Canstatt's Jahresb. 1845 v. Dr. G. Löbl), zwei Fälle von Bohdalek (Prag. Vierteljsch. 1845, 4. B.), zwei Fälle von Oppolzer (Prag. Vierteljsch. 1848, 3. B. u. 1848 4. B., p. 83 u. 86), ferner ein dritter (in Leipzig gesehener) Fall von demselben, ein Fall von van Leeuven (Niederl. Lanc. Aug. 1849) und endlich zwei Fälle, welche neuerdings hier vorkamen (20., 21. Beob. S. auch Canstatt's Jahresb. 1848 v. Dr. G. Löbl, p. 194).

Die sämmtlichen zum Theile zufällig an der Leiche gemachten Beobachtungen betreffen Individuen von dem Alter von 22 Tagen und von 4 Jahren (Bochdalek) bis zu 92 Jahren (Reynaud). Von 25 Fällen [1]) betreffen 20 männliche, 5 weibliche Individuen.

In Betreff der Todesart ergiebt die Durchsicht der gedachten 25 Fälle: In 1 Falle erfolgte der Tod durch Ruptur des rechten Herzventrikels (Winstone), in 1 Falle durch Ruptur des rechten Vorhofes (Alex. Meckl), in 3 Fällen durch Ruptur der Aorta über den Klappen (Otto, Wise, Oppolzer), in 1 Falle durch Ruptur eines Aneur. dissecting von längerem Bestehen (Jordan), in 4 Fällen durch Pneumonie (Mercier, Hammernjk, Chevers, Bochdalek), in 1 Falle durch pleuritischen Erguss (21. Beobachtung), in 1 Falle durch Bronchitis (Craigie), in 1 Falle durch Lungenödem (20. Beobachtung), in 1 Falle an acuter Lungentuberkulose (Bochdalek), in 3 Fällen durch Hydrops (Legrand, Nixon, Dlauhy) (19. Beobachtung), in 1 Falle an Marasmus senilis Reynaud), in 1 Falle an Diabetes mit Lungentuberculose (Oppolzer), in 1 Falle (Oppolzer) am Typhus, in 2 Fällen plötzlich (Römer, van Leeuven); in 3 Fällen ist keine Todesart angegeben.

Vom Herzen ist in den meisten Fällen ein Zustand von Hypertrophie und Dilatation des linken Ventrikels angegeben, in einzelnen Fällen eine nur mässige Vergrösserung, in Reynaud's Falle eines 92 Jahre alten Mannes ist das Herzvolumen ausdrücklich als normal, dabei aber das Endocardium des linken Ventrikels als verdickt bezeichnet. Die aufsteigende Aorta wird in vielen Fällen ausdrücklich als erweitert, nebstbei auch in verschiedenem Maasse von einer zum Theile in Verknöcherung begriffenen Auflagerung bekleidet angegeben. Die Aeste des Aortenbogens, zumal der Truncus anonymus und die beiden Art. subclaviae waren sammt ihrer Verästelung in verschiedenem Grade wohl in allen den an Erwachsenen gemachten Beobachtungen erweitert und namentlich mittelst der Anastomosen zwischen der A. intercost. prima, Mamm. int., Dorsalis scap., subscap., thorac. und den übrigen Intercostal-Arterien und der A. epigast. ein Collateral-Gefäss-System von weiten und verlängerten in ihrem Verlaufe geschlängelten, gewundenen Röhren zwischen Aorta asc. und desc. hergestellt.

---

[1]) Der in Barth's Memoire (Presse med. 1837) enthaltene Fall (vgl. mein Handb. 2. Bd. p. 589) ist mir bis jetzt unbekannt, es konnte daber in den folgenden Angaben keine Rücksicht auf denselben genommen werden.

Nicht in allen Fällen war es übrigens in dem obengedachten Aortenstücke zur eigentlichen Obliteration gekommen, vielmehr war dasselbe in 14—15 Fällen noch durchgängig und zwar in verschiedenem Grade, von fast vollkommener Obliteration des Endstückes jener Aortenportion (Muriel) bis zu einer Verengerung des ganzen Aortenstückes auf einen kleinen Finger (Winstone), auf die Hälfte des Normal-Calibers u. s. w. (Nixon, Chevers). Die Länge der Obliteration ist meist unbeträchtlich, sie variirt von $^1/_4$—$^1/_8$‴ (Craigie) bis $1^1/_2$—2‴. (Die auf 9‴ geschätzte Länge in dem einen Falle Bochdalek's betrifft vorläufig nur eine Obturation des Isthmus Aortae und die in dem Falle Römer's [Med. Jahrb. 1839] vorkommende Angabe einer Länge der Obliteration von 6‴, ist, wie die nach der Abtretung der Josephinischen Sammlungen an die Universität vorgenommene Untersuchung des Präparates zeigt, gleich mancher anderen falsch; die angebliche Obliteration befindet sich an der Insertionsstelle des D. Botalli, reicht etwa eben merklich über ihn hinaus, beträgt nicht mehr als 1—$1^1/_2$ Linien und ist keine vollständige Obliteration; es ist nämlich die gedachte Stelle für eine feine Sonde noch durchgängig, dieser Canal aber von beiden Seiten [vom Arcus und der A. desc.] her von einer weisslichen opaken Auflagerung verlegt.)

In den Fällen von starker Verengerung oder besser von bevorstehender Obliteration fand sich ein dünner rundlicher Canal vor, dessen Ostien in einzelnen Fällen von zwei verticalen (Mercier) oder horizontalen (20. Beobachtung) Lefzen begrenzt erscheinen. In vielen Fällen war unstreitig so, wie in unserer 19. Beobachtung, und wie sich in Römer's Falle herausstellt, die Obliteration nur scheinbar in so ferne, als ein noch vorfindiger Canal an einem oder beiden Ostien von einer concav-convexen Platte, einer Kuppel Auflagerung verschlossen wurde. Ich bin geneigt, die Verschliessung in Hammernjk's Falle so zu deuten und die ihn zur Aufstellung einer besonderen Kategorie veranlassende Verschliessung des Isthmus Aortae durch Bildung von hereintretenden Scheidewänden auf Grundlage dieser Ansicht für ganz unwesentlich zu erklären. Der einzige Fall, den Hammernjk nebst dem seinigen als solchen aufstellt, d. i. der Fall Legrand's, dürfte, so viel man aus den mangelhaften Angaben bei Craigie (in Frorieps N. Not. 1842 Nr. 475 und Edinb. med. and surg. Journ. Oct. 1842) entnehmen darf, in einer Einschnürung der Aorta bestehen, welche als Duplicatur der Gefässwand in deren Lumen in Form einer Leiste hereinragte, die sich durch angebildete Auflagerung vergrösserte.

Der Ductus Botalli wurde in vier Fällen offen gefunden, nur in dem Falle von Chevers, wo er mit blosser Verengerung der Aorta zusammentrifft, ist er 2‴ weit und auch in dem von Nixon, wo auch nur eine Verengerung der Aorta auf die Hälfte des normalen Calibers an der Insertionsstelle des Ductus arteriosus angegeben ist, mag er ziemlich weit offen gewesen sein, dagegen konnte in Graham's Falle von Obliteration eben noch eine Sonde durchgeführt werden, in dem einen Falle von Oppolzer und in einem fünften, d. i. in unserer 20. Beobachtung (Taf. XIV *B*) ist er in der Aortenportion nur für eine dünne Sonde zugängig.

Die Obliteration findet sich weitaus in den meisten Fällen an und unterhalb der Einmündung des Ductus Botalli, nur sehr selten oberhalb derselben; Fälle der letzteren Art sind der von Reynaud, Legrand, Hammernjk, van Leeuven und der Fall unserer 21. Beobachtung, auch der Fall von Chevers, wenn er nicht zu unbedeutend wäre.

Diese merkwürdige Obliteration findet ohne Zweifel ihre völlige natürliche Begründung in der Persistenz eines foetalen Zustandes der Aorta, wobei auch die Involution des Ductus Botalli in Betracht kömmt.

1. In einer sehr frühen Foetusperiode stellt die Aorta einen bloss für den Kopf und die Ober-Extremitäten bestimmten Gefässstamm dar, während die Lungenarterie als nachheriger Ductus arteriosus zur Aorta descendens umbeugt. Von der in die Subclavia sinistra auslaufenden Aorta geht ein Fortsatz als ein sehr enges Gefässstück ab, das sich in den Bogen der Lungenarterie einsenkt, und zwar am hinteren Umfange desselben, tiefer oder höher, mehr oder weniger schief mit einer leichten Einknickung am oberen Umfange der Einsenkungsstelle.

Auch in den späteren Foetusperioden bis zur Geburt hin, nachdem sich ein Aortabogen allmählich entwickelt hat, ist dieser enge, und namentlich bleibt bis zur Geburt jenes Stück enge, welches als sogenannter Isthmus Aortae zwischen der Subclavia sinistra und dem Bogen der Lungenarterie, d. i. dem als Aorta descendens umbeugenden Ductus arteriosus liegt.

2. Schliesst sich bei Persistenz der sub 1 erwähnten Anordnung nach der Geburt das Stück des zur Aorta descendens umbeugenden Lungenarterienstammes, welches sonst unter normalen Verhältnissen den Ductus arteriosus darstellt, so tritt die von diesem abgeschnürte Aorta descendens (ehedem seine Fortsetzung) an den Aortabogen, so, dass zwischen beiden ein auffallend und desto auffallender enges Verbindungsstück liegt, je mehr sich inzwischen die Aorta ascendens an Caliber entwickelt hat — wobei sich am oberen Umfange jenes Verbindungsstückes durch den Zug des schrumpfenden Ductus arteriosus nach abwärts eine sehr auffallende Einziehung entwickelt.

Es scheint namentlich in Rücksicht des ebengedachten Zuges wichtig, über die Schliessung des Ductus arteriosus Folgendes zu bemerken:

Obliterirt der Ductus Botalli, nachdem sich die foetalen Verhältnisse der Norm gemäss verändert haben, nachdem nämlich derselbe in einen hergestellten eigentlichen Aortabogen als ein den Lungenarterienästen an Caliber gleiches Gefäss einmündet, so findet der Schrumpfungsprocess an der Aortamündung eine ziemlich bestimmte Ringsgrenze.

Bestehen aber die im Vorigen (sub 1) erwähnten Verhältnisse, dann ist zwar nach einer Richtung hin eine Grenze für die Involution des Ductus gegeben, d. i. sie findet nach innen hin an der Einsenkung des Aorten-Isthmus ihre Grenze, nach der entgegengesetzten Richtung dagegen nimmt sie mehr oder weniger von der concaven Wand des vom Ductus arteriosus (Lungenarterienstamme) gebildeten Bogens in Anspruch. Die Schrumpfung des Ductus arteriosus in diesem Zustande, als eines sehr ansehnlichen Gefässstammes an und für sich und der Umstand, dass sie auf die besagte Weise an der Concavität seines Bogens weiter greift, erläutert die Stärke des Zuges und damit die so beträchtliche Einziehung, wie man sie in den fraglichen Fällen in der Einsenkungsstelle des Ithmus in die Aorta descendens findet.

3. Die Obliteration findet sich, wie man den bisher beobachteten Fällen entnommen, oberhalb der Insertion des arteriösen Bandes (des Ductus Botalli), d. i. zwischen dieser und der Art. subclavia sin., an der Einsenkungsstelle des Ductus oder unterhalb derselben vor. In der That gestaltet sich jedoch die Sache so, dass die Obliteration von der Insertionsstelle des arteriösen Bandes einmal nach oben in den Isthmus fortgesetzt ist, und das andere Mal von unten an dieselbe heraufreicht. Zumal ist Ersteres wohl gewöhnlich der Fall.

Die Ursache dieser Verschiedenheit ist, unserem Dafürhalten nach vor Allem in der höheren oder tieferen Einsenkung des Isthmus Aorta in den Bogen des Lungenarterienstammes und in der gleichzeitig mehr oder weniger schiefen Richtung der Einsenkung enthalten.

a) Ist die Einsenkungsstelle tiefer am Bogen des Lungenarterienstammes, so wird sie an die verödende (Aorten-) Mündung des Ductus Botalli so herangezogen, dass die durch diesen Zug bewirkte Einziehung am oberen Umfange der Einsenkungsstelle auf die obliterirte Mündung des Ductus, in deren Mitte oder oberhalb dieser trifft, und es schliesst sich sofort ein aus der oberen Wand des Isthmus und dem gegenüberstehenden verödeten Ostium des Ductus arteriosus bestehenden Canal, d. i. die Aorta an der Einsenkungsstelle des Ductus arteriosus, oder es verwächst der Isthmus selbst an seinem Ende, d. i. die Aorta oberhalb des Ductus Botalli.

b) Findet die Einsenkung des Isthmus Aortae dagegen höher am Bogen und mit schiefer Richtung so Statt, dass die an dem Zusammentreffen der oberen Wand des Isthmus mit dem Bogen der Lungenarterie vorfindige Einknickung ziemlich weit von der Einsenkung der unteren Wand des ersteren liegt, so wird durch den schrumpfenden Ductus arteriosus jene eingeknickte Stelle auch herniedergezogen, aber die Einziehung wird nicht wohl nach der Mitte seines Aortenostiums gerichtet sein, sondern unterhalb diese und unterhalb des ganzen Ductus hinsehen. Es wird dies letztere um so mehr der Fall sein, wenn der Ductus arteriosus bei seiner Involution nicht viel von der concaven Wand des Lungenarterienbogens in Anspruch nahm, — es schliesst sich ein von der oberen Wand des Isthmus Aortae und der unteren (concaven) Wand des Lungenarterienbogens jenseits des (Aorten-) Ostiums des Ductus Botalli bestehender Canal, d. i. die Aorta obliterirt unterhalb des Ductus Botalli.

Die in solcher Weise angelegte endliche Schliessung der Aorta an der gedachten variabeln Stelle ist das Ergebniss des durch einen zulänglichen Collateralkreislauf gegebenen Abzuges des Blutes nach den Aesten des Aortabogens. Die angeborne, durch die Schrumpfung des Ductus Botalli unterhaltene und vermehrte Enge derselben veranlasst die Entwickelung eines Collateralkreislaufes zwischen Aorta ascend. und A. desc.; je vollständiger aber dieser wird, desto mehr verengt sich auch jene Stelle und verödet endlich — bisweilen von einem Blutpfropfe, durch ein Plättchen Auflagerung unterstützt — völlig.

Diese völlige Obliteration ereignet sich demnach wohl nie während des Intrauterinlebens, selbst jene oberhalb des Ductus arteriosus nicht. Sie entwickelt sich vielmehr ohne Zweifel im Extrauterinleben allmählich, d. i. in dem Maasse als der Collateralkreislauf vollkommener und genügend wird. So wird erklärlich, dass dieselbe in keinem Falle durch irgend eine Erscheinung im Leben bemerkbar wurde.

N. Chevers hat mit den ihm bekannt gewordenen Fällen eine Eintheilung getroffen, je nachdem sich die Verengerung und Obliteration bei offenem oder geschlossenem Ductus Botalli oberhalb, gegenüber oder unterhalb, oder ersteres und letzteres zugleich vorfand — eine Disposition, welche in ersterer Rücksicht, wenn man den Befund des Ductus in diesen Fällen (vergl. oben) erwägt, nichts zur Aufhellung der Sache beiträgt und etwa nur dasjenige bestätigt, was auch anderweitige Fälle darthun, dass es nämlich auch unter den ungünstigsten Bedingungen zur Schliessung des arteriösen Ganges kömmt.

Schon früher glaubte Hammernjk (1844) in den ihm bekannt gewordenen zwölf Fällen dreierlei zu erkennen:

1. Eine Obliteration des unmittelbar unterhalb des Ductus Botalli gelegenen Aortenstückes als Folge derjenigen Exsudation, welche die physiologische Involution des Ductus Botalli bei Neugebornen vermittelt, indem sie sich über diesen hinaus erstreckt, oder — nach Widerrufung dieser Ansicht über das Obliterationsmittel des Ductus (1848) — in Folge einer Blutgerinnung über dem schon verschlossenen Pulmonal-Ende des Ductus Botalli, welche sich ebenso über ihn hinaus nach abwärts fortsetzt. Er führt für diese Ansicht die Fälle von Bochdalek an, von denen er den Befund des zweiten dahin berichtigt, dass er zum Beweise dienlich wird, und den Fall Römer's. Hammernjk glaubt, dass diese Obliteration aus derselben Zeit stamme, in welcher der Ductus arteriosus obliterirt, also aus den ersten Tagen des Extrauterinlebens.

2. Eine Obliteration, darin begründet, dass der Theil der Aorta zwischen der linken Subclavia und der Einmündungsstelle des Ductus Botalli, welcher im Foetus immer auffallend verengt ist, aus unbekannten Ursachen nicht erweitert wird. Hieher zählt er den Fall von Reynaud und erklärt ihn für eine Hemmungsbildung, später auch den Fall von Dlauhy (unsere 19. Beobachtung).

3. Eine Obliteration, bedingt durch die Bildung von Scheidewänden in dem Lumen der Aorta, oberhalb der Insertion des Ductus Botalli. Hammernjk hält diese für eine ursprüngliche Bildung und zählt den Fall von Legrand und seine eigene Beobachtung hieher.

In Bezug dieser Ansichten und Verfügung mit dem Materiale ist zu bemerken:

1. Dass, soferne die Involution des Ductus Botalli gemeinhin ohne Intervenienz eines Thrombus (vergl. S. 34) vor sich geht, die von Hammernjk zur Erklärung der Aorten-Obliteration aufgeführten zwei Fälle nur als Ausnahmen zu betrachten sind, dass ich in keinem der mir zu Gebote stehenden drei hieher zu beziehenden Fälle, worunter auch der Fall Römer's gehört (vergl. oben), auch nur die geringste Spur eines solchen Vorganges zu entdecken im Stande bin.

Chevers wendet überdies gegen die Ansicht von einer Fortsetzung einer entzündlichen Exsudation und somit auch der einer Blutgerinnung über den Ductus Botalli hinaus die Fälle ein, wo bei der Aorten-Obliteration der Ductus offen blieb. Es fällt hiemit der Grund zu der Annahme, dass die Obliteration zur Zeit der Involution des Ductus Botalli, also in den ersten Tagen des Extrauterinlebens Statt finde, von selbst weg.

2. Dass sämmtliche bisher bekannte Obliterationen und nicht bloss die zwischen der linken Subclavia und dem Ductus, d. i. oberhalb der Insertion des letzteren in Bildungshemmung begründet seien, — dass übrigens der von Hammernjk als ein Beispiel dieser bezogene Fall von Dlauhy (unsere 19. Beob.) nicht hieher gehöre, indem sich die Obliteration an und gleich unter der Insertion des arteriösen Bandes befindet.

3. Dass sich eine Obliteration durch Bildung von Scheidewänden nach der Meinung, die ich hierüber oben aussprach, nicht motiviren lasse.

B. Verengerung und Obliteration in Folge von Erkrankung der Gefässhäute. Hieher gehören:

1) die Verengerung und Schliessung der Gefässostien durch endogene Auflagerung, worauf Verödung des Gefässes selbst folgt. (Taf. IX *A*, *B*. Beob. 5, 6 und Taf. XI, Beob. 9.) Sie ist das Ergebniss der nach S. 11 in der nächsten Umgebung der Gefäss-Ostien überwiegenden Auflagerung in einem Gefässstamme, wodurch die Ostien immer enger und endlich verschlossen werden, indem die letzte Auflagerungsschichte ringsum innerhalb des Ostiums sich berührt und verwächst. Sehr häufig erscheint das Ostium alsbald, nachdem dies geschehen wie von einer vorgespannten Membran verschlossen, später, nachdem das Gefäss verödete, bietet es ein narbenartig eingezogenes Ansehen dar, oder es ist fast spurlos verschwunden. Ueber dem verschlossenen Ostium gerinnt im Gefässe das durch Anastomosen seiner Verästelung herein gelangte Blut bis dahin, wo seine Coagulation durch einen collateralen Kreislauf behindert ist, und über dem Blutpfropfe schrumpft sofort das Gefäss und verödet.

Soferne zu solchen Verschliessungen eine ansehnliche Masse der Auflagerung gehört, in deren Gefolge sich eine Erweiterung der erkrankten Arterie entwickelt, so ist begreiflich, warum diese Verengerungen und endlichen Obliterationen vor Allen an den Ostien der von aneurysmatischen Gefässen abgehenden Aeste vorkommen. (Vergl. S. 23.)

Diese Obliterationen sind überhaupt von Bedeutung; von besonderer Wichtigkeit sind jedoch bei Erkrankungen des Aortenstammes:

1. die Verengerung und Verschliessung der Ostien der drei Aeste des Aortenbogens — zunächst wegen mangelhafter Blutzufuhr zum Gehirne.

2. die Verengerung und Verschliessung der Ostien der Kranzarterien — wegen Anaemie des Herzens mit Erscheinungen, welche an die sonst von Verknöcherungen der Kranzarterien abgeleiteten bei der sogenannten Angina pectoris erinnern.

2) Die Verengerung und das endliche Unwegsamwerden einer Arterie in Folge von sehr excedirender Auflagerung, Verknöcherung dieser, von Absetzung von Fibrinvegetationen auf die rauhe Innenfläche des Gefässes und Verkreidung derselben. Man kann dies besonders an der Verästelung der Cruralarterie beobachten; manche Fälle von sogenannter Gangraena senilis sind in solcher Unwegsamkeit der Arterie begründet. Auch an den Coronararterien des Herzens ist dies hier vorgekommen. An Arterien von beträchtlichem Caliber kömmt sie nicht leicht zu Stande.

C. Obturation der Arterie mittelst eines Blutpfropfes. Sie ist gegenüber der Obturation und Obliteration der Venen durch Blutgerinnung sehr selten.

D. Verengerung und Obliteration in Folge von Druck auf die Arterie — wie ihn in beharrlicher Weise die verschiedensten Geschwülste: Kropf, Balggeschwülste, krebsige Aftermasse, Aneurysmen ausüben. Im Allgemeinen kömmt es hiebei selten zu einer vollständigen Obliteration, namentlich grösserer Arterien. Das Gefäss obliterirt an der dem Drucke ausgesetzten Stelle mittelst Verwachsung der inneren Gefässhaut; oberhalb findet Obturation mittelst eines an den nächsten Ast heraufreichenden Blutpfropfes Statt, über welchem das Gefäss verödet.

Ausser diesen ist beim Aneurysma S. 23 und 24

a) eine Unzugänglichkeit der Ostien der von einem aneurysmatischen Gefässe abtretenden Aeste mittelst Verziehung derselben zu spaltähnlichen Oeffnungen,

b) eine Unzugänglichkeit der Ostien solcher Gefässe durch die den aneurysmatischen Sack ausfüllenden Fibrinlagen erwähnt worden.

VI. Spontane Zerreissung der Aorta. (Dissecting Aneurysma.)

Die spontanen Zerreissungen der beiden Arterienstämme lassen sich in Bezug auf ihre Begründung zurückführen:

1. Auf solche, welche in einer ursprünglichen Enge (Insufficienz des Calibers) der Arterie, gepaart mit augenfälliger Zartheit und Dünne der Gefässwand, vielleicht auch in Plethora oder in übermässiger Expansion der Blutmasse begründet sind. Als hiehergehörige Fälle sind mir vorgekommen:

Ein Längenriss von $1^1/_2''$ der sehr dünnhäutigen Aorta jenseits der Abgabe der drei aus ihrem Bogen entspringenden Aeste, wo sie sehr enge geworden war, an ihrer obern Wand in ihren sämmtlichen Häuten bei einem 8jährigen blausüchtigen Knaben mit einer Lücke in der Kammerscheidewand und Verkümmerung der Lungenarterie;

Eine Aufblätterung der inneren Gefässhaut mit einer Schichte der Ringfaserhaut der Aorta an mehreren Stellen bei einer in einer Ohnmacht verstorbenen etwa 28jährigen Magd mit sehr engen und sehr zarthäutigen Arterien;

Ein schräger, fast querer Riss von $5'''$ Länge in der vorderen Wand des rechten Astes der Lungenarterie gerade vor seiner Spaltung an der Lungenwurzel bei einem 28jährigen, dem Befunde und den mangelhaften Angaben seiner Angehörigen zufolge an einem putriden Fieber verstorbenen beurlaubten Soldaten.

Von fremden Beobachtungen dürften zunächst die bei jungen Individuen mit Obliteration der Aorta eingetretenen Zerreissungen der aufsteigenden Aorta in den Fällen von Otto (s. bei Craigie, Frorieps N. Notiz. 1842 Nr. 475), von Wise und Oppolzer (s. S. 36) hieher zu rechnen sein. Ob die von Helmbrecht (Casper's Wochensch. 10) beobachtete Zerreissung der Lungenarterie auch unserer Beobachtung anzureihen sei, muss ich dahingestellt sein lassen.

2. Solche, welche in einer Erkrankung der Arterienhäute begründet sind.

Diese sind eigentlich der Gegenstand der folgenden Erörterung. Sie sind diejenigen Zerreissungen, welche, die beiden inneren Aortenhäute innerhalb der abgelösten äusseren Bindegewebshaut (zelligen Scheide) betreffend, seit Laennec Aneurysme dissequant, von den Engländern A. dissecting, anomales A., interstitiales A. genannt werden. Die bereits zahlreichen Beobachtungen hat am vollständigsten zu wiederholten Malen Th. B. Peacock (Monthly Journ. 1849, Sept.) gesammelt. Ich habe selbst mehrere hieher gehörige Fälle im J. 1837 (Oesterr. Jahrb., 16. Bd., 1. und 2. St.) veröffentlicht, von denen Peacock nur ein in meinem Handbuche benützter Fall bekannt geworden ist. Ich habe seitdem wieder mehrere zum Theile sehr merkwürdige Fälle gesehen, die ich im Anhange mittheile, wobei ich mir erlaube, die hieher gehörigen älteren schon veröffentlichten Fälle noch ein Mal, mit neuen besseren Zeichnungen belegt, vorzuführen.

Ich habe bisher eine Eintheilung der spontanen Zerreissungen getroffen, welche sich auf abnorme Beziehungen zwischen der Zellscheide und den beiden inneren Häuten der Arterien gründet. Seitdem hat Peacock, zum Theile auf eigene Untersuchungen gestützt, behauptet, die Zerreissung fände beim A. dissecting in der Weise Statt, dass die beiden inneren Häute nicht in ihrer ganzen Dicke, sondern von der mittleren (Ringfaser-) Haut bloss die inneren Lagen zerreissen und dass die Ablösung nicht die Zellscheide allein betreffe, sondern das Blut zwischen die Schichten der mittleren Haut extravasirt sei. Ich habe mich

aufgefordert gesehen, die aufbewahrten Fälle meiner Beobachtung nochmals zu untersuchen, und sehe mich allerdings einerseits veranlasst anzuerkennen, dass es in vielen Fällen so sei, wie Peacock behauptet, andererseits kann ich aber auch meine ursprüngliche Ansicht von der Begründung des eigentlichen A. dissecting nicht aufgeben, weil ich bestimmt sehe, dass an der Stelle des Risses die Zellscheide rein abgelöst ist, obgleich von hier ab derselben allerdings an ausgebreiteten Strecken Schichten der mittleren (Ringfaser-) Haut anhängen. Es wäre bei dem Umstande, dass die Zellhaut gewiss nicht an allen Punkten gleichförmig ihre Adhäsion an die Ringfaserhaut verloren hat, und bei dem Zustande von Morschsein und Schichtbarkeit dieser letzteren zu wundern, wenn dem nicht so wäre. Ich finde auch in meinen Verzeichnungen über spätere Fälle ausdrücklich bald eine Ablösung der reinen Zellscheide, bald eine Ablösung derselben mit anhängender Ringfaserhaut angegeben. Ich erinnere mich, dass ich in manchen Fällen von spontaner Zerreissung der Aorta die sonst wahrgenommene Vascularisation, Wulstung u. s. w. der Zellscheide vermisste, und zwar mit desto mehr Erstaunen vermisste, als mich frühere Fälle glauben machten, es könne ohnedem keine spontane Zerreissung Statt finden. Wie mich ein im hiesigen Cabinete aufbewahrtes Präparat lehrt, dürften dies die Fälle sein, in welchen nur die inneren Lagen der mittleren Arterienhaut zerreissen und die äusseren Schichten sofort von der Rissstelle aus mit Leichtigkeit auf grosse Strecken losgewühlt werden.

Es lassen sich demgemäss die Fälle von spontaner Zerreissung in drei Reihen sondern, von denen die beiden ersten einander sehr nahe stehen:

a) Bei einigen Zerreissungen findet man als einen sehr auffälligen Umstand die Zellscheide, d. i. die Bindegewebs- und elastische Schichte des Gefässes in einem grossen, selbst auf seine Aeste hin fortgesetzten Umfange von der Ringfaserhaut abgelöst und innerhalb derselben die letztere mit der inneren Gefässhaut zerrissen. Die Zellscheide enthält das extravasirte Blut und ist namentlich im Bereiche des Risses durch dasselbe sackig ausgedehnt. Untersucht man näher, so findet man die Zellscheide auch jenseits der Grenzen ihres wirklichen Abgelöstseins ungewöhnlich leicht ablösbar, dabei meist augenscheinlich verdickt, ungewöhnlich vascularisirt, namentlich von zahlreichen erweiterten (varicösen) Gefässen durchzogen, blauröthlich — in einem Zustande chron. Entzündung. Der Riss in den beiden inneren Häuten weist sich gemeinhin als reiner Quer- oder Spiralriss aus, bisweilen ist er mit einem Längenrisse combinirt. Dabei ist die Ringfaserhaut meist fahl, die innere Gefässhaut normal oder in einem mässigen Grade an stellenweiser, hie und da wohl verknöchernder Auflagerung erkrankt, das Gefäss merklich erweitert. Hieher dürften die Beobachtungen von der 22. bis 31. gehören mit Taf. XVI und XVII.

b) Bei anderen Zerreissungen besteht die Laesio continui in einem Risse der inneren Lagen der Ringfaserhaut und der inneren Gefässhaut, wobei die äusseren Lagen jener mit der anhängenden Zellscheide abgelöst sind. — Die Zellscheide ist hierbei ziemlich normal, namentlich nicht auffallend leicht ablösbar, die Ringfaserhaut dagegen ist fahl, ungewöhnlich leicht schichtbar, morsch, das Fasernetz ihrer elastischen Lamellen ist undeutlich geworden und auf ihnen liegen in grosser Menge zusammengehäuft Fettmolekeln. Taf. III, Fig. 18. Der Riss ist gemeinhin aus querer und Längs-Zerreissung zusammengesetzt, bisweilen ein blosser Längenriss. Hieher die 32. bis 35. Beobachtung.

Behufs der Erläuterung des Zustandekommens dieser Zerreissungen ist es zweckdienlich, Kenntniss von dem Verhalten der einzelnen Arterienhäute gegen versuchsweise einwirkende mechanische Gewalt zu nehmen, ferner die Art und Weise der Zerreissung des Aortenstammes in Folge traumatischer Einwirkung und endlich die Umstände, unter welchen die spontane Zerreissung vorkömmt, zu berücksichtigen.

Die Zellscheide der Arterie, bestehend aus einem dichten Bindegewebe und einer Schichte elastischen Gewebes, besitzt eine sehr beträchtliche Cohäsion und hängt zugleich sehr innig der Ringfaserhaut an; sie lässt sich, namentlich bei jüngeren Individuen, nur sehr schwer rein von der Ringfaserhaut trennen, und

bei dem Versuche, sie abzuziehen bekommt man sie nur hie und da rein los, indem fast überall die äussere Lage der Ringfaserhaut an ihr hängen bleibt. Bei älteren Individuen und namentlich bei dem obengedachten Zustande chronischer Entzündung derselben gelingt es, sie in verschiedenen Strecken ohne Mühe und rein von der Ringfaserhaut loszuschälen.

Die Ringfaserhaut ist selbst im völlig normalen Zustande und bei jüngeren Individuen leicht zerreisslich, d. i. es bedarf einer geringen Gewalt, um ein von seiner Zellscheide entkleidetes Arterienrohr mehr oder weniger quer zu zerreissen; etwas mehr Gewalt bedarf es, um einen Längenriss zu bewerkstelligen. Beides gelingt aber besonders leicht, wenn, wie bei älteren Individuen, das Gewebe der Ringfaserhaut trockener und brüchig, fahl geworden ist. Dagegen ist eine sehr beträchtliche Gewalt erforderlich, um in einem gesunden, von einer normalen Zellscheide bekleideten Arterienrohre einen Riss in dessen inneren Häuten zu bewerkstelligen. Einer weniger beträchtlichen Gewalt bedarf es übrigens allerdings bei Arterien alter Personen, deren Ringfaserhaut brüchig geworden ist.

Versuche, durch Injection die verschiedenen Zerreissungen zu bewerkstelligen, wie sie Peacock mit einem seine Ansicht bestätigenden Erfolge angestellt zu haben erzählt, führen, wie ich mich überzeugte, nur höchst selten zu einem Resultate, ohne Zweifel, weil man die geeignete Arterie nicht zum Versuche bekommt, und der zur Zerreissung disponirende Zustand nicht in allen seinen Einzelheiten künstlich zubereitet werden kann.

Schon unter den Zerreissungen des Aortenstammes, wie sie in Folge heftiger traumatischer Einwirkung bei einem Sturze von bedeutender Höhe, Angeschleudertwerden des Rumpfes an einen widerstandsfähigen Gegenstand, bei Quetschung des Thorax beim Verschüttet-, Ueberfahrenwerden u. s. w. entstehen, finden sich bisweilen einzelne, welchen man ein differentes Verhalten der einzelnen Schichten der Arterie gegen die traumatische Einwirkung entnehmen kann. Es sind Zerreissungen der beiden inneren Gefässhäute, meist in querer oder schräger, spiraler Richtung innerhalb einer von ihnen abgelösten Zellscheide, welche dabei sonst unversehrt geblieben oder eine von jenem Risse nach Grösse, Form und Richtung differente Laesio continui erlitten hat. Von mehr Interesse sind die von einer umschriebenen Stelle des Rumpfes auf die Arterie (Aorta) fortgepflanzten oder dieselbe unmittelbar betreffenden Erschütterungen, soferne sie wahrscheinlich eine entsprechende umschriebene Ablösung der Zellscheide setzen und mittelst dieser eine Zerreissung der inneren Arterienhäute veranlassen. — Als Beispiel hiefür möchten wir den nachstehenden Fall ansehen: V. M., eine 19 Jahre alte Magd, wurde durch einen Pistolenschuss getödtet. Rechts 1'' unter dem mittleren Theile des Schlüsselbeins die Eingangsöffnung des Schusscanals, der durch die Schlüsselbeinportion des M. pectoral major und das Intercostalfleisch des 1. Intercostalraumes nächst dem untern Rande der 1. Rippe hindurch in die Brusthöhle eindrang, und hier den oberen Lungenlappen nächst seinem vorderen Rande durchbohrte. Unter diesem sass in dem Fettgewebe über dem Herzbeutel eingewühlt die — in zwei Lappen vom Kleide und vom Hemde eingehüllte — Kugel. Der Herzbeutel — von innen angesehen — und die Zellscheide der Aorta hieselbst an einer zwanzigerstückgrossen Stelle suffundirt, die letztere dabei in eben demselben Umfange von den inneren Arterienhäuten losgetrennt und etwa hanfkorngross in die Höhle des Herzbeutels geborsten. Innerhalb der abgelösten Zellscheide war das Aortenrohr in seiner mittleren und inneren Haut quer in der Strecke von 4''' zerrissen. Im Herzbeutel und im r. Thorax je 1 Pfund Extravasat.

Hieher wäre unter Andern vorzüglich die Beobachtung Morgagni's (Epist. LIII, 35 und 36) zu ziehen, wo sich die Aorta descendens in Folge eines Stockschlages auf den Rücken quer zerrissen fand.

Die in Rede stehenden Zerreissungen betreffen, mit höchst seltenen Ausnahmen, Individuen vorgerückten Alters.

Sie betreffen unverhältnissmässig häufiger die dem Impulse der Blutwelle zumeist ausgesetzte Aorta ascendens nahe über den Klappen, als die Aorta im weiteren Verlaufe.

In allen Fällen fand sich das Herz vergrössert und litt namentlich im linken Ventrikel an activer Erweiterung, oft war das Herz mit vielem Fett bewachsen, sein Fleisch dabei schmutzig-braun, morsch.

In den meisten Fällen ereignete sich die Zerreissung ohne eine aussergewöhnliche Incitation der Herzthätigkeit, so dass das Ereigniss ganz als das Resultat der Erkrankung des Gefässes erscheint.

Erwägt man diese Ergebnisse mit dem oben angegebenen Befunde, so ergibt sich in Bezug auf die Pathogenie dieser Zerreissungen:

Bei jenen der ersten Reihe ist vor Allen die Ablösbarkeit der Zellscheide und ihre wirkliche Ablösung eine höchst beachtenswerthe Erscheinung und regt die Frage an, ob sie nicht das primitive, den Riss der inneren Häute veranlassende Ereigniss sei. In der That ist höchst wahrscheinlich, es trete auf einem gewissen Grade ihrer obgedachten Erkrankung eine Ablösung derselben an einer Stelle spontan ein und damit sei die Zerreissung der beiden inneren Häute gegeben. Diese zerreissen in der Regel in die Quere oder schräg, weil die Arterie im Augenblick der geschehenen Ablösung der Zellscheide der ihre Ausdehnung und Streckung beschränkenden Stütze beraubt wird, und zwar auf einem Grade von Ausdehnung und Streckung, dessen sie um so weniger fähig ist, je mehr sie bei vorgerücktem Alter des Individuums in der Ringfaserhaut brüchig geworden ist, und zugleich an Erweiterung leidet. Die Ablösung der Zellscheide würde demnach in diesen Fällen das Primitive, Bedingende, die Zerreissung der inneren Häute das Consecutive, Bedingte sein.

Dies gilt natürlich von der Ablösung der Zellscheide im nächsten Bereich des Risses, indem die Ablösung über diesen hinaus auf weitere Entfernung augenscheinlich durch das extravasirte Blut bewirkt ist. Auch diese weist übrigens eine krankhafte Ablösbarkeit der Zellscheide nach.

Bei den Zerreissungen der zweiten Reihe mag sich die Sache anders verhalten. Ohne Zweifel ist hier der Riss das Ergebniss der Brüchigkeit der Ringfaserhaut allein. Der Riss beginnt in den inneren Schichten derselben und von diesen aus werden die äusseren Schichten mit der anhängenden Zellscheide durch das extravasirende Blut um so leichter losgewühlt, je schichtbarer sie mit der Brüchigkeit geworden ist. In diesen Fällen wäre somit der Riss in den inneren Lagen der Ringfaserhaut das primitive, die Losschälung der äusseren Lagen derselben mit der Zellscheide das consecutive Ereigniss.

Die Zerreissungen dieser 1. und 2. Reihe sind das eigentliche A. dissecting. Von unseren Fällen gehören 20 Fälle (die 22. bis 41. Beob.) Taf. XVI bis XXI hieher. Von der Erscheinung, dass sich in verschiedener Entfernung von dem Risse der äussere Sack wieder mittelst eines zweiten Risses in das betroffene Gefäss oder einen seiner Aeste einmündet, gibt die 24. Beobachtung ein Beispiel.

Der primäre Riss ereignet sich gemeinhin in der Nähe des Ursprungs der Aorta oder irgendwo in dem aufsteigenden Aortenschenkel. Nach Peacock war dies von 35 Fällen so in 24, in 2 fand sich der Riss nahe dem Abgange der A. innominata, in 5 im Bogen oder im Beginne der absteigenden Aorta, in 2 im Verlaufe der A. descendens, in 1 in dem untern Theile der A. abdominalis, in 1 nahe ihrer Theilung. Von unseren obgedachten 20 Fällen fanden sich 18 in der aufsteigenden Aorta, darunter einer ganz an deren Ursprunge, zum Theile innerhalb der Klappen (36. Beob.), zwei im Bogen (28. und 41. Beob.). Den äusseren Sack sah man zuweilen von der aufsteigenden Aorta an bis an die Art. iliacae, ja in einem Falle an die A. popliteae reichen.

Das A. dissecting wird gemeinhin rasch tödtlich, es zerreisst nämlich der äussere Sack zumal bei dem so gewöhnlichen Sitze des Risses nahe über den Klappen sehr bald, und zwar meist in der Nähe des Risses der inneren Häute in die Höhle des Pericardiums. Von den obgenannten 24 Fällen Peacock's endeten 22 so, von den übrigen 2 endete einer durch Berstung des rechten Vorhofes in Folge der plötzlichen Aorten-Obstruction, in dem andern überlebte der Kranke den Riss wahrscheinlich 7 — 8 Jahre und starb an consecutiver Herzkrankheit. Aehnlich verhält sich's beim entfernteren Sitze des Risses; von 6 Fällen wurde nach Peacock ein Fall durch Ruptur der sämmtlichen Häute der A. innominata tödtlich, in einem eröffnete sich der Sack in die Pulmonar-Arterie, in einem in den linken Pleurasack, in zweien in den Herzbeutel, im 6. überlebte der Kranke den Riss muthmasslich 9 Monate. Von unseren 20 Fällen wurden 15

plötzlich tödtlich, einer nach Verlauf von 5 — 6 Stunden (24. Beob.), einer nach Verlauf einer Nacht (22. Beob.), einer wurde erst nach einiger Zeit durch Cardo-Endocarditis in Folge des Auseinanderweichens des verklebten Risses und Aufwühlung des Herzfleisches tödtlich (36. Beob.), zwei wurden ohne Zweifel lange, mehrere Jahre getragen (38. u. 41. Beob.). Unter den obigen 15 Fällen sind übrigens auch noch drei enthalten, wo der tödtliche Riss zu einem alten geheilten Risse hinzugetreten war (37., 39., 40. Beob.).

In den Fällen, wo der Riss längere Zeit überlebt wurde, fanden die Beobachter die Rissöffnung glatt und den äusseren Sack von einer der inneren Gefässhaut analogen Membran ausgekleidet, wobei er z. B. in einem der vorgenannten Fälle vom Ursprunge der Aorta bis an die A. iliacas reichte. Hieher gehören die bei Peacock namhaft gemachten Fälle von Shekelton, Pennock, Henderson und Bouillaud, nebst ihnen aber auch noch höchst wahrscheinlich ein im Museum von Schröder van der Kolk befindlicher Fall und vielleicht auch der Fall Jordan's, in welchem die Obliteration der Aorta (S. 36) durch die Berstung eines dem Anscheine nach länger bestehenden A. dissecans tödtlich wurde.

Ich habe keinen solchen Fall gesehen, es sind mir dagegen Heilungen von Rissen und selbst von mehrfacher Zerreissung der Aorta vorgekommen, welche nicht minder merkwürdig sind. Hierauf beziehen sich die 36. bis 41. Beobachtung, Taf. XVIII bis XXI; es ist schwer, sich auszusprechen, zu welcher Kategorie die geheilten Risse gehörten, wahrscheinlich zu beiden. Die Heilung besteht darin, dass die zerrissenen inneren Häute sammt der Innenfläche der innerhalb des Risses blossgelegten Zellscheide von Auflagerung bekleidet werden, welche zugleich die Ränder des Risses an die Zellscheide anlöthet. Hiemit bleibt das Gefäss erweitert und erscheint dort, wo die Ränder des Risses stark auseinandertraten, ausgebuchtet. 37. Beob., Taf. XVIII *A*. Bisweilen ist diese Ausbuchtung bedeutend, von dem Risse der inneren Gefässhäute scharf abgegrenzt — sie ahmt beiläufig ein mit einem Halse aufsitzendes Aneurysma nach. 40. und 41. Beob., Taf. XVIII *B* und XXI.

Mehrere Beobachter haben mehr als einen und zwar nicht selten zwei gleichzeitig entstandene Risse gesehen, mir kam dies unter obgedachten 20 Fällen 3 Mal (29., 30., 31. Beob.) vor. In zwei Fällen finden sich zwei Risse in der aufsteigenden Aorta, in einem Falle einer in der aufsteigenden Aorta, der andere im Bogen. Merkwürdiger als die Gleichzeitigkeit zweier Risse scheint aber die Wiederholung des Ereignisses, wie es in der 37., 39. und 40. Beobachtung und das Auseinanderweichen eines heilenden Risses, wie es in der 36. Beob. Statt gehabt hat.

In Bezug auf das Alter gehört nach einer Tabelle von 25 Fällen bei Peacock die grösste Anzahl der Periode von 50 bis 60 Jahren an. Unsere Fälle betreffen Individuen von 22 bis 80 Jahren, 11 fallen auf die Periode von 60 bis 80 Jahren, 5 betrafen Individuen von 52—56 Jahren, 2 Individuen standen in den Vierzigern, eines war 23, eines 22 Jahre alt. Der Fall von Stosch betraf ein 16 Jahre altes, bisher das jüngste Individuum.

In Bezug auf das Geschlecht kommen von den eben gedachten 25 Fällen Peacock's 12 auf Männer, 13 auf Weiber; von unseren 20 Fällen kommen 11 auf Männer, 9 auf Weiber.

Das A. dissecans ist, wie man glaubt, bisher nur an der Aorta beobachtet worden; wenn die von Helmbrecht beobachtete Zerreissung der Pulmonar-Arterie hieher gehört, so ist sie bisher der einzige Fall.

c) Noch andere Zerreissungen ereignen sich an namhaft erweiterten, aneurysmatischen, in der Textur sämmtlicher Häute erkrankten Arterien, — als Zerreissungen von Aneurysmen in grösserem Maassstabe. Es ist die die Innenfläche des Gefässes bekleidende Auflagerung mit der Ringfaserhaut zerrissen und die Zellscheide, öfter mit einer Schichte Ringfaserhaut, losgewühlt. (S. 29.)

Diese Risse sind vorzugsweise Längenrisse — eigentliche Zerreissungen der Ringfasern — combinirt mit Querrissen, meist zackig, buchtig, bisweilen auch krumme, der stärksten Erkrankung der Ringfaserhaut folgende Risse. Die mit den inneren Häuten verwachsene, verdickte, sclerosirte Zellscheide ist augenscheinlich durch das extravasirte Blut, meist auf nur unbeträchtliche Entfernung vom Risse der inneren Häute los-

gewühlt. — Der Riss der inneren Häute ist das primäre, die Ablösung der Zellscheide das secundäre Ereigniss. 42. bis 45. Beob., Taf. XXII.

Diesen Zerreissungen verwandt sind die spontanen oder auf unerhebliche Veranlassungen sich ereignenden Zerreissungen kleiner, erkrankter, in ihren Häuten rigid, brüchig gewordener erweiterter Arterien, wie sie namentlich der Gehirnhaemorrhagie mit zu Grunde liegen.

VI. Aneurysma spurium — A. varicosum.

Wird eine Arterie — gemeinhin die Arterie einer Gliedmasse — durch einen Stich oder einen Schnitt, einen ein Stück der Gefässwand abtragenden Schuss verletzt, so ergiesst sich das Blut, zumal wenn es durch die äussere Wunde nicht ausströmen kann, in das umgebende Bindegewebe; es ist in einer durch Verdrängung und Zerreissung desselben entstandenen Höhle angesammelt, in deren Umgebung die Gebilde suffundirt sind. Dies nennt man Aneurysma spurium diffusum, mit Foubert An. spur. primitivum. Es wird häufig durch fortgesetzte Haemorrhagie nach aussen, oder, zumal bei grosser Ausbreitung, durch eine in brandige Jauchung endigende Entzündung tödtlich.

Wenn dagegen in der Umgebung des Extravasates ein zu Hypertrophie (Sclerose) der Gewebe führender Entzündungsprocess Platz greift, so bekommt die dasselbe enthaltende Höhle eine eigentliche Wand und Begrenzung; sie ist zu einem an der Arterie haftenden, dieselbe umfassenden Sacke geworden, in welchen die Arterienwunde klafft. An der inneren Fläche dieses Sackes bildet sich allmählich eine Auflagerung an, und er kann sodann eine solche Aehnlichkeit mit dem Aneurysma mixtum ext. erlangen, dass seine Diagnose zu einer der schwierigsten pathologisch-anatomischen Aufgaben wird. In diesem Zustande stellt das Ganze das sogenannte An. spurium circumscriptum oder mit Foubert A. spurium consecutivum dar.

Es ist klar, dass diese Zustände den Namen eines Aneurysma ursprünglich nicht verdienen, dass jedoch der consecutive Zustand von A. spurium circumscriptum solche Bedingungen darbietet, welche ihm die Bedeutung eines localen Aneurysma geben. Er wird bei seiner häufig, wie z. B. in der Kniekehle, sehr beträchtlichen Grösse nach Art umfänglicher Amurysmen überhaupt, sich selbst überlassen, tödtlich.

Unter bestimmten Umständen ist das Aneurysma spurium ein A. sp. varicosum, A. per anastomosim (W. Hunter), A. per transfusionem (Dupuytren), Varix aneurysmaticus (Scarpa). Es besteht im Allgemeinen in der Communication einer Arterie mit einer benachbarten Vene, welche durch eine Oeffnung in jener und eine andere correspondirende in dieser bewerkstelligt ist. Die Communication ist eine unmittelbare oder eine mittelbare, — im letzteren Falle wird sie durch ein A. spurium vermittelt und dies wird hiemit zu einem A. sp. varicosum. Die Communication kann ferner die Folge einer Verletzung sein, oder aber spontan zu Stande kommen.

Am gewöhnlichsten wird dieselbe durch eine Verletzung hervorgerufen, welche zu gleicher Zeit die contiguen oder die einander gegenüberstehenden Wände einer Arterie und einer Vene betrifft. Derlei Verletzungen sind besonders Stichwunden und Schussverletzungen durch Schrotkörner; sehr gewöhnlich ist es eine beim Aderlasse im Elbogenbuge durch die beiden Wände der Vene hindurch in die anliegende Wand der unterhalb befindlichen Arterie dringende Stichwunde. Ausserdem können auch mittelst Knochensplitter einander benachbarte arteriöse und venöse Gefässe so verletzt werden, dass ein Uebertritt arteriösen Blutes in eine Vene die Folge ist; auch heftige Contusionen haben dasselbe veranlasst.

Das gewöhnlichste traumatische A. varicosum ist jenes nach Aderlass zwischen Art. brachialis und Vena mediana, oder bei einer höheren Theilung der Brachialis zwischen der Art. radialis oder ulnaris und der Vena mediana, cephalica oder basilica. Ausserdem hat man dasselbe zwischen der Art. radialis und V. cephalica am Handgelenke (Schottin), an der inneren Seite des Oberarmes (Breschet und Richerand), an der Subclavia und Iliaca ext. (Larrey), zwischen Carotis und V. jugulanis int. (Larrey, Marx,

Dupuytren, Beyer), an der Temporalis (Bushe, Burkhardt), an der Cruralis (de la Combe, Barnes, Breschet, Dupuytren, Seeger, Liston, Siebold), an der Poplitea (Larrey in Toulouse, Hodgkin, Porter), an der tibialis posterior (Physick) u. s. w. beobachtet.

Eine unmittelbare Communication der beiden Gefässe findet häufig im Gefolge des Aderlasses im Armbuge Statt; es verwachsen nämlich, während die äussere Wunde der Vene unter dem Compressiv-Verbande vernarbt und dieser die Entstehung eines Extravasates hindert, die beiden Gefässe insbesondere im nächsten Bereiche ihrer Oeffnungen unter einander und es ist somit eine unmittelbare Communication zwischen beiden gegeben. Die Vene erleidet nun hier gegenüber der Communication eine Anschwellung, d. i. eine Ausdehnung, die gemeinhin an Grösse einer Haselnuss, einer halben Wallnuss gleicht, in einzelnen seltenen Fällen aber zu einem ausserordentlichen Volumen heranwächst (Barnes, Hodgson, Larrey). Diesen Zustand, bei welchen dasjenige, was an Gefässerweiterung da ist, die Vene betrifft, kann man mit Scarpa zum Unterschiede von dem Folgenden Varix aneurysmaticus nennen.

Die mittelbare Communication wird durch ein A. spurium bewerkstelligt. Es entsteht nämlich in jenen Fällen, wo nach der Verletzung nicht alsbald ein hinlänglich comprimirender Verband in Anwendung kömmt, wo die Verletzung zwei Gefässe betrifft, die gerade nicht unmittelbar neben einander liegen, wo endlich die Verletzungen der beiden Gefässe einander entweder ursprünglich nicht correspondent sind oder nach der Verletzung eine Verrückung, eine wechselseitige Entfernung erleiden, ein Extravasat — welches selbst, zumal in Fällen der letzteren Art, das venöse Gefässrohr von dem arteriösen wegdrängt und eine unmittelbare Communication beider unmöglich macht.

Dieses Extravasat — ein A. spurium diffusum — wird nun zu einem A. sp. circumscriptum begrenzt und die Höhle desselben bildet den Communicationsweg zwischen der Art. und der Vene. Es bildet die in solchen Fällen vorhandene, meisthin beträchtlichere derbere Anschwellung und macht den Zustand zum eigentlichen A. (sp.) varicosum. Beide, d. i. das A. varicosum und der Varix aneurysmaticus kommen zuweilen zugleich mit einander vor. Auch hat Auguste Berard (Archiv gén. de med. Janv. 1845) als eine neue Form von A. varicosum den Fall beschrieben, wo sich nach einem Aderlasse an der Brachialvene ein A. sp. circumscriptum entwickelte, welches mit ihr durch die offen gebliebene äussere Wunde und sofort mit der Arterie communicirte.

Die Grösse des zwischen beide Gefässe eingeschalteten A. spurium ist verschieden, gemeinhin überschreitet sie nicht das Volumen einer Wallnuss, eines Hühnereies. Sie hängt besonders von dem Grade der Widerstandskraft des umgebenden Zellgewebes und dem Grade der wechselseitigen ursprünglichen oder consecutiven Entfernung der beiden Gefässe und ihrer Wundöffnungen ab.

Die Communication ist entweder frei durch den Raum des Aneurysma-Sackes oder sie ist durch einen Canal vermittelt, welcher mitten durch die Fibrinlagen in jenem oder excentrisch verläuft und von einer Oeffnung zur andern führt.

Die Grösse der Oeffnungen in den beiden Gefässen ist verschieden, sie hängt gleich deren Gestalt von dem Grade und der Art der ursprünglichen Verletzung ab. Die Oeffnung in der Arterie behält gemeinhin ziemlich ihre ursprüngliche Grösse und Gestalt, dagegen erleidet jene in der Vene mancherlei Veränderung; man findet sie erweitert, ihre Ränder sind nach aussen umgeworfen, mit der Wand des Aneurysma verschmolzen und in selbe fortgesetzt. S. 46. Beob., Taf. XXIII.

So wie die Innenfläche des aneurysmatischen Sackes von einer endogenen Auflagerung ausgekleidet wird, so werden auch die Oeffnungen in den Gefässen von derselben überzogen und sehen desshalb glatt, überhäutet aus.

Auf einem wie dem andern — dem unmittelbaren und mittelbaren — Communicationswege findet nach der Meinung fast aller Beobachter, wenn auch nicht einzig und allein, so doch vorzugsweise ein Ueberströmen von arteriösem Blute in die Vene Statt. — Breschet will sich bei der Operation eines A. varicosum von dem Uebertritte venösen Blutes nach der Arterie während der Diastole der letzteren überzeugt haben

und leitet hievon eine sonst von keinem andern Beobachter gesehene Erweiterung der Arterien unter dem Aneurysma und die gleichzeitige Verdünnung der Arterienhäute von dem Contacte der Arterienwände mit venösem Blute ab.

Die Beschaffenheit der arteriösen und venösen Gefässe über und unter der Communication, wie sie auch von allen Beobachtern angegeben wird, spricht ganz vorzüglich für das Stattfinden einer weit überwiegenden Strömung von der Arterie nach der Vene. Es entwickelt sich Erweiterung der Venen unterhalb der Communicationsstelle und breitet sich endlich auch über diese nach aufwärts aus; die Venen werden in ihren Wänden dicker, steif, was vorzugsweise von einer namhaften endogenen Auflagerung herrührt, sie erlangen einen den Arterien ähnlichen Habitus. Ihre Klappen werden mit der Erweiterung grösser. Die Arterien sind unterhalb der Communication wegen der Ableitung des Blutes nach der Vene verengt, sie werden dünner und schlaffhäutig, der Vene ähnlich. Ueber der Communication entwickelt sich zufolge des Hindernisses, welches die venöse Blutsäule dem in die Vene einströmenden Arterienblute entgegensetzt, eine Erweiterung derselben.

Die Gliedmasse erscheint unter einem A. varicosum angeschwollen, cyanotisch, ihr Zellgewebe infiltrirt, hypertrophirt, die allgemeine Dicke ist der Sitz von wiederholten erysipelatösen Entzündungen, von excedirender Epidermisbildung u. s. w. Dabei sind die Muskeln gemeinhin abgemagert, erschlafft.

Das spontane A. varicosum besteht in der Eröffnung einer Arterie, gemeinhin eines Aneurysma in eine mit diesem verwachsene Vene, Fälle, welche an der Aorta und Cava asc. und desc., an der Aorta und der Art. pulm., an der Aorta und dem Hohlvenensacke (Wells, Weisbrod, Syme, Perry, Young Reid, Cossy und besonders Thurnam), an Aorta und der Lungenarterie und dem rechten Herzventrikel (Turnbull), an der Cruralis (angeboren von de la Combe) gesehen wurden, — zu denen nebst andern auch die 7., 8., 9., 10. und 11. Beobachtung gehören.

Die Communication ist eine unmittelbare, dargestellt durch eine die unter einander verwachsenen Wände des Aneurysma und der Vene (der Lungenarterie) betreffende einfache Oeffnung, welche durch eine sie überziehende Auflagerung den Charakter eines Risses verliert und ein glattes, heiles Ansehen erlangt.

Anhang.

Beobachtungen.

1. Beobachtung. — Taf. IV.

Aneurysma im Aortabogen von Eiterheerd in der Ringfaserhaut.

Mayer Franz, 46 Jahre, Tischlermeister, wurde am 5. Februar 1851 secirt; über dessen Krankheit konnte ich nichts mehr erfahren, als dass er 6—7 Wochen fieberkrank gewesen und seitdem sehr verfallen sei.

Der Leichnam abgemagert, blass, am Kreuzbeine und an den Trochanteren brandiger Decubitus.

Hirnhäute und Gehirn blutleer, erstere infiltrirt, in den Hirnhöhlen eine halbe Unze Serum.

Lungen rückwärts angeheftet, der rechte untere Lappen stellenweise mit einem gelblichen lockeren Exsudate bekleidet. Einzelne Läppchen längs der vorderen Ränder eiterig infiltrirt. In den Bronchien eiteriges Fluidum. In den Herzhöhlen etwas Fibringerinnsel.

Die Aorta etwas erweitert, mit einer zum Theile opaken Auflagerung von unerheblicher Dicke bekleidet. An der concaven Wand derselben gleich jenseits des Bogens inmitten einer dickeren, gerunzelten, theilweise verknöcherten Auflagerung eine von leicht gezackten nach aussen umgeworfenen Rändern umfasste silbergroschengrosse Oeffnung *(a)*, welche zu einem rundlichen von geronnenem, in seinen äusseren Lagen zum schmutzig-rostbraunen entfärbten Blute ausgefüllten, mit der Lunge oberhalb des linken Bronchus verwachsenen, mehr als wallnussgrossen Aneurysmasack *(b)* führt. Dieser besteht aus der Zellscheide, während die Ringfaserhaut *(c)* und die ihr an Dicke gleiche Auflagerung *(d)* in der obgedachten Oeffnung scharf abgesetzt sind. Beide waren hier durch das im Aneurysmasack enthaltene Blutgerinnsel auf eine kleine Strecke gesondert und nach aussen hin umgeworfen. Im vorderen Umfange des Sackes fand sich in der die Aneurysmawand constituirenden Zellscheide ein einen grünlich-bräunlichen Eiter enthaltender Heerd *(e)*. Ueberdies schimmerte auf der Innenfläche der Aorta in der Umgebung des Loches an mehreren Stellen *(f)* ein grünlicher Eiter durch die Auflagerung hindurch, welcher, wie ein Einschnitt *(g)* zeigt, in der in ihrer Textur gelockerten, auseinander gewichenen und theilweise consumirten Ringfaserhaut angehäuft war.

Leber schlaff, Milz breiig locker, etwas grösser, nächst ihrer convexen Fläche ein haselnussgrosser umschriebener Eiterheerd. Die übrigen Bauchorgane normal.

2. Beobachtung. — Taf. V.

Ein in Gleichem begründetes älteres Aneurysma der Bauchaorta.

An der Bauchaorta einer jungen Weibsperson mit einem grossen Extravasate im Bauchfellsacke fand sich etwa 8‴ über dem Abgange der A. coeliaca ein $2^1/_2$—3‴ im Durchmesser haltendes zackiges Loch in der vorderen Aortenwand *(a)*, über welchem ein fast ganseigrosser, mehrfach eingerissener, an seiner inneren Fläche wie von Zerwühlung zottiger, ziemlich dickwandiger Sack *(b)* mit einer von oben nach abwärts fast 2″, von einer Seite zur anderen 10‴ betragenden Basis aufsitzt. In der Umgebung des Loches ist eine die Aorta überhaupt überziehende Auflagerung merklich dicker. Diese und die Ringfaserhaut sind nach aussen umgeworfen, die letztere in eine beträchtlich dicke Schwiele, mit welcher sich der Sack vom Gefässe erhebt, aufgenommen.

3. Beobachtung. — Taf. VI.

Ausgebreitete Aneurysmabildung an kleineren Arterien von (spontaner) Zerreissung der inneren Arterienhäute, Follicularverschwärung des Dickdarmes, Muskatnussleber mit Gallenheerden, allg. Tabes.

Plohner Wenzel, 23 Jahre, Schustergeselle, trat am 6. November 1848 mit Diarrhöe, an der er seit 5 Tagen zu leiden angab, mit Stuhlzwang und Fieber, in das allgemeine Krankenhaus ein. Dabei war der Unterleib aufgetrieben, empfindlich. Die Diarrhöe hielt mit 10—20 blutig-schleimigen Entleerungen des Tages an und am 13. Jänner starb der Kranke.

Leichenöffnung. Körper mittlerer Grösse, in hohem Grade abgezehrt, schmuzig-bläulichgrau gefärbt, die Oberhaut trocken, kleienähnlich sich abschilfernd.

Die Hirnhäute und das Gehirn blutleer, letzteres weich, infiltrirt, in den Hirnhöhlen eine halbe Unce Serum. Die Gehirnarterien collobirt, normal.

Die Schilddrüse klein, beide Lungen mässig mit Blut versehen, ödematös, der rechte obere Lappen in seinem hinteren Umfange von einem gelblichen zarten Exsudate bekleidet. Im Herzbeutel bei einer Unze Serum. Das Herz zusammengezogen, mit zerstreuten kleinen Sehnenflecken besetzt, in seinem Fleische derb, braun; in seinen Höhlen wenig geronnenes und flüssiges Blut.

Die Leber in ihrer Substanz muskatnussähnlich gesondert, hie und da gleichförmig blassgelb, an einzelnen Stellen von Bohnen- — Haselnussgrösse in der Tiefe sowohl wie an der Peripherie zu einer saturirtgelben lockerzottigen Pulpe zerfallen. Ueber den in der Peripherie gelagerten war die Leberhülse eingesunken, schorfähnlich zerreisslich. In der Gallenblase und den frei durchgängigen Gallengängen braune Galle. Milz normal, in ihrer Umgebung ein gelbes, zerflossenes, klebriges Exsudat in geringer Menge. Pankreas dicht und derb.

Der Magen von Gas und etwas galliger Flüssigkeit gefüllt, in den Gedärmen theils braune fäculente, theils und zwar im absteigenden Grimmdarme blutige, theerähnliche Stoffe.

Auf der Schleimhaut des Colon. desc. zahlreiche hanfkorngrosse, rundliche, gallertige Pfropfe enthaltende und grössere zackige, die Muscularis entkleidende (Follicular-) Geschwüre.

Die Nieren derb', höckerig uneben, stellenweise von einem gelblichgrauen Producte infiltrirt, hie und da an narbig eingezogenen Stellen von einer orangegelben oder schiefergrauen obsoleten Fibrinmasse durchsetzt. Die Harnblase zusammengezogen, leer.

Schon bei der Besichtigung des Herzens wurde man durch den Anblick der Coronar-Arterien, ebenso bei der Untersuchung der Leber, besonders aber beim Hinblick auf die Gekröse auf eine ausgebreitete Abnormität im arteriösen Gefäss-Systeme aufmerksam.

Sämmtliche Arterien, mit Ausnahme der Aorta und der meisten ansehnlicheren primitiven Aeste derselben, ferner mit Ausnahme der Hirnarterien, waren aneurysmatisch, d. i. sie waren entweder mit mehr oder weniger zahlreichen, länglichrunden, runden, seitlich aufsitzenden hirsekorn-, hanfkorn-, erbsen-, bis selbst haselnussgrossen Aneurysmen besetzt, welche von Fibrin-Gerinnsel in Form von frischem dunkelrothen Coagulum bis zu solchem von gewebigem Ansehen mit rostbrauner Färbung ausgefüllt waren. Insbesondere fanden sich gemeinhin grössere Aneurysmen nächst der Abgangsstelle eines Zweiges vor. Zu ihnen führten grössere oder kleinere, oft nur eben wahrnehmbare, nadelstichgrosse Oeffnungen im Gefässrohre, welche einem feinen Gefässostium gleich sahen. *(B. a.)*

Oder es waren einzelne Arterien in grösseren Strecken, z. B. die Coronariae, die Hepatica, zumal innerhalb der Leber, selbst die Bronchialarterien und auch die Renales, dann die Spermatica interna dext. nach Art varicöser Venen verlängert, geschlängelt und dabei höckerig und boten aufgeschlitzt ein unregelmässiges Treppenwerk, d. i. eine Reihe an einander stossender, ungleich grosser, ungleichförmig peripherer Ausweitungen dar, oder sie stellten vielfach durchbrochene Röhren dar, an denen die Oeffnungen zu kleineren und grösseren mit einem Halse aufsitzenden Aneurysmen führten. Von den Aneurysmen in Parenchymen zeichneten sich jene in der Leber aus; hier fanden sich nämlich welche bis zu Nussgrösse, ausserdem war eines an der Hepatica ausserhalb der Leber von Haselnussgrösse und an der Gastro-epiploica sin. sassen zwei, eines von Bohnen-, das andere von Haselnussgrösse.

Die Aorta enge, als thoraica 5‴ im Lumen-Durchmesser haltend. Von der Innenfläche derselben konnte man eine Schichte abziehen, welche an ausgebreiteten Strecken in Form weisslich-gelblicher Streifen und zusammenfliessender Punkte hervorsprang. Dieselbe von Fett strotzende Auflagerung fand sich auch in den Carotiden und in manchen anderen ähnlichen, ja selbst noch an manchen Arterien von 1‴ Durchmesser vor.

Eine nähere Untersuchung der Aneurysmen lehrte: Von den runden kleinen, wie oben bemerkt, eben wahrnehmbaren Zugangsöffnungen und Hälsen der Aneurysmen waren viele durch einen zarten, fadenartigen weisslichen Pfropf ausgefüllt, welcher nach aussen hin mit dem das Aneurysma ausfüllenden Coagulum zusammenhing, innen aber mit einem Scheibchen endigte, welches die Oeffnung verdeckte. Man konnte hie und da an diesem Pfropfe das ganze Coagulum mit Umstülpung des Aneurysma-Säckchens herausziehen. Am Rande der Oeffnung ist die Ringfaserhaut und die innere Gefässhaut abgesetzt und das Aneurysma besteht somit aus der Zellscheide, ausgekleidet von einer in zarte Bindegewebs-Fibrillen sich spaltenden Schichte, welche mit dem fibroid aussehenden Coagulum übereinstimmt. Die grösseren länglichrunden Aneurysmen bildeten, von Coagulum ausgestopft, sehr häufig einen solchen Tumor nach der Arterie herein, dass dieselbe dadurch beinahe obturirt wurde.

Selbst die anscheinend normale innere Gefässhaut zeigte sich von vieler Fettmolekel durchsetzt, die Plättchen der Ringfaserhaut zeigten selbst nach dem behutsamsten Abziehen, so wie mit dem Messer abgetragen, in verschiedenen Schichten vielfache Risse ihrer elastischen Lamellen.

4. Beobachtung. — Taf. VIII.

Grosses Aneurysma der aufsteigenden Aorta und des Aortabogens, ausgefüllt von einem Fibrinkuchen, durch welchen hindurch ein Canal nach dem Truncus anonymus führt.

In dem hiesigen pathologischen Cabinet wird das Herz sammt Aorta eines am 14. April 1817 gerichtlich obducirten Mannes aufbewahrt, woran Folgendes zu sehen ist:

Die aufsteigende Aorta, etwa 1½″ über den Klappen angefangen, ist sammt dem Aortabogen zu einem mannsfaustgrossen, ziemlich dickwandigen Sacke erweitert, an dem sich hie und da dünnere secundäre Ausbuchtungen finden. Rechts ist dasselbe vor der absteigenden Hohlvene in die Höhle des Herzbeutels geborsten. Seine Höhle ist von einem konischen, an seiner Basis ausgehöhlten, allenthalben adhärirenden derben Fibrinkuchen ausgefüllt, durch welchen hindurch ein etwa für einen kleinen Finger durchgängiger Canal führt. Dieser ist am weitesten mit trichterförmigem Zugange an seinem Beginne in der Tiefe der obgedachten Aushöhlung des Kuchens; er endet zugespitzt oben, indem er in das zu einer kaum ein Hanfkorn fassenden rundlichen Spalte verengte Ostium des Tr. anonymus führt. Die Ostien der Carotis und Subcl. sin. gleichfalls sehr verengert, spaltähnlich. — Der Trunc. anonym. von den beiden letztgenannten 2½″ weit entfernt und hinter ihnen gelagert.

5. Beobachtung. — Taf. IX, *A.*

Fibroide, zum Theile verknöchernde Auflagerung, cylindrische Erweiterung der aufsteigenden Aorta und des Aortabogens, Verschliessung des Ostium Carotidis sin., ein nussgrosses Aneurysma an der hinteren Wand des Aortabogens.

Komerer Michael, ein 50 Jahre alter Taglöhner von kräftigem Körperbaue, starb nach einem achtwöchentlichen Aufenthalte im allgemeinen Krankenhause, wohin er sich wegen Dyspnoë und Husten begeben hatte.

Leichenöffnung. Beide Lungen grossentheils angeheftet, besonders in den unteren Lappen ödematös.

Das Herz schlaff, in seinen Höhlen gestocktes und flüssiges Blut.

Die aufsteigende Aorta und der Aortabogen erweitert, innen von einer dicken, zum Theile verknöcherten, hie und da zu Atherom zerfallenen Auflagerung bekleidet, an der hinteren Wand des Bogens ein einer halben Nuss grosses, an die Trachea andringendes, von Fibrin-Coagulum ausgefülltes Aneurysma *(a)* nebst anderen kleineren Ausbuchtungen in der Nachbarschaft.

Das Ostium der linken Carotis — bei der Unebenheit der Innenfläche der Aorta spurlos — verschwunden, d. i. ohne Andeutung verschlossen. Die Carotis bis zu ihrer Theilung herauf in ihren Häuten verdickt, schmutzigroth imbibirt, innen mit einem pseudomembranösen Stratum bekleidet und innerhalb dieses von einem zu unterst gelblichen, nach oben schwarzrothen Blut-Coagulum ausgefüllt *(b)*.

6. Beobachtung. — Taf. IX, *B.*

Dicke, fibroide Auflagerung, sackige Erweiterung der aufsteigenden Aorta und des Aortenbogens, mit Berstung in den Herzbeutel, Verschliessung des Ostium trunci anonymi.

Die gerichtliche Leichenöffnung eines bei der Arbeit plötzlich verstorbenen 55 Jahre alten Tischlergesellen am 9. Juli 1843 ergab:

Im Herzbeutel 1½ Pfund Extravasat, Herz schlaff und blass.

Die aufsteigende Aorta und der Bogen zu einem etwa faustgrossen Sacke ausgedehnt, welcher hinten gleich vor der absteigenden Hohlvene unter der Insertion des Herzbeutels in Form einer 2½ langen Spalte zerrissen ist. Beide von einer ansehnlich dicken, vielfach gerunzelten fibroiden Auflagerung bekleidet.

Das Ostium des Truncus anonymus geschlossen, an dessen Stelle eine stumpfdreieckige seichte Grube *(a)*, der Gefäss-Stamm in seinen Häuten verdickt, bis nahe an seine Spaltung hin um ein derbes Coagulum geschrumpft und obliterirt; an einer kleinen freien Strecke nächst seiner Spaltung von einer dicken weissen Auflagerung bekleidet. Die Ostien der Carotis und Subcl. sin., besonders von hinten und der Aorta desc. her durch Auflagerung beengt.

7. Beobachtung. — Taf. X.

Recente, plötzlich tödtliche Eröffnung eines Aorten-Aneurysma in den Lungenarterienstamm.

Am 27. December 1842 wurde ein Kupferdrucker, Jos. Schott, 49 Jahre alt, gerichtlich obducirt, weil er plötzlich gestorben war.

Die Leichenöffnung ergab:

Das Herz sehr gross, besonders breit geformt, sehr fett. Beide Ventrikel, besonders der linke sehr erweitert. Die aufsteigende Aorta bis in den Bogen herein von einer dicken, weissen opaken Auflagerung bekleidet und sackig erweitert, so dass sie nahezu eine Faust aufnehmen konnte. Dabei fanden sich hie und da kleine secundäre Ausbuchtungen

vor, insbesondere aber sassen zwei solche von mehr als Wallnussgrösse nach innen so auf, dass sie die Lungenarterie überragten *(aa)*. Sie gehörten einem durch eine seichte Einschnürung in zwei über einander liegende Wülste gesonderten Aneurysma *(A. bilobum)* an, welches oben und unten von einer leistenartig vorspringenden Duplicatur der aneurysmatischen Gefässwand begrenzt war. Es war mit der Lungenarterie verwachsen und in deren Canal gleich unter der oberwähnten Einschnürung, 3—4‴ über den Klappen, mit einer stumpfwinkeligen, in jedem Schenkel etwa 4½‴ betragenden Oeffnung geborsten. Der Riss betraf drei Schichten, Aneurysmawand, Ringfaserhaut, innere Gefässhaut; die Ränder des Risses in den beiden letztgenannten Gefässhäuten insbesondere gefranst und die innere Gefässhaut vom Risse aus auf 3‴ Entfernung losgeblättert *(b)*, In den Sinus der inneren Valv. semilunaris ragt eine weitere bohnengrosse Ausbuchtung des Aneurysma herein *(c)*.

8. Beobachtung. — Taf. XI, *A*.

Geheilte Eröffnung eines Aorten-Aneurysma in den Lungenarterienstamm. (An. varicosum spontaneum.)

Vincenz Franziska, 48 Jahre alt, verweilte vom 5. April 1850 an mit den Erscheinungen von Pneumonie im k. k. allgemeinen Krankenhause. Sie leitete selbe von Verkältung ab; in Bezug auf ihr früheres Befinden soll sie den Typhus überstanden und vor zwei Jahren an einer Feb. tertiana gelitten haben. Mehrere Male entbunden, Menses seit einem Jahre nicht mehr. — Im linken Ventrikel ein rauhes systolisches Raspelgeräusche, ähnlich einem Reibungsgeräusche, welches sich einem deutlich wahrnehmbaren Tone nachschleppt. Am stärksten ist dasselbe im 3. Intercostalraume linker Seite. Der zweite Pulmonalton laut und hell, der zweite Ton rechts vom Sternum rein. — Am 19. April starb sie.

Leichenöffnung. Der Körper mittlerer Grösse, mässig genährt, gelblich gefärbt, untere Extremitäten etwas ödematös.

Auf der inneren Fläche der harten Hirnhaut eine dünne, weiche, gelbliche Exsudation.

Beide Lungen adhaerent, beide untere Lungenlappen theilweise, der rechte obere im ganzen Umfange rothbraun hepatisirt. In der Spitze beider oberen Lappen einige wenige verkreidende Tuberkelmassen.

Im Herzbeutel etwas röthliches trübes Serum, wobei an den Ursprungsstücken der Gefäss-Stämme einzelne gelbe Exsudatflocken hafteten.

Das Herz von gewöhnlicher Grösse, im Fleische des rechten Ventrikels auffallend derb. Die Aorta ascendens und der Arcus von einer ansehnlichen, grossentheils verknöcherten Auflagerung bekleidet, erweitert; erstere überdies gleich über den Klappen an der concaven Wand über einem bei 9‴ im Durchmesser haltenden rundlichen Loche zu einem seichten dünnwandigen Aneurysma ausgebuchtet. Dieses mit dem Lungenarterienstamme verwachsen und in denselben mit einem rundlichen Loche von etwa 3‴ Durchmesser eröffnet. Dieses Loch *(a)* sitzt auf der Höhe einer leichten Protuberanz gleich über den halbmondförmigen Klappen, hat glatte, heile, rundliche Ränder, an denen sehr feine Villositäten (Vegetationen) haften. In der Nähe desselben nach den Aesten des Arterienstammes hin bemerkte man zarte Inseln einer weissen Auflagerung.

Die Herzhöhlen enthielten viel Faserstoffgerinnsel.

Die Leber mit ihren Umgebungen verwachsen, von zahlreichen Callositäten durchsetzt, gelappt, granulirt, talghältig; in der Gallenblase dunkelbraune Galle nebst drei wallnussgrossen Steinen. Milz auf das Dreifache vergrössert, dunkelbraunroth, sehr derb, auf dem Durchschnitte von speckigem Ansehen. Darmhäute infiltrirt, Nieren blass.

9. Beobachtung. — Taf. XI, *B*.

Geheilte Eröffnung eines Aorten-Aneurysma in den rechten Lungenarterienast. — Verschliessung des Ostiums eines accessorischen Astes des Aortabogens, Obliteration der Vena cava descendens.

Ein 48 Jahre alter Bäckergeselle brachte wegen Verschlimmerung eines seit 4 Jahren bestehenden Zustandes von Husten, Athembeschwerde und Oedem mit spärlichem Urinabgange einige Wochen im Jahre 1839 im k. k. allgemeinen Krankenhause zu, wobei die Untersuchung des Thorax einen bis zum Manubrium sterni heraufreichenden dumpfen Percussionston, ein leichtes reibungsartiges Geräusch in der Gegend der Ursprungsstücke der Aorta und Lungenarterie und ein Blasen beim ersten Herztone ergab.

Leichenöffnung. Kräftiger Körperbau, Oedem der unteren Gliedmassen.

Die inneren Hirnhäute blutreich, Gehirn weich.

Die Schleimhaut der Luftröhre bläulichroth. In jeder Brusthöhle über 4 Pfund Serum. Beide Lungen grösstentheils luftleer, comprimirt. Im Herzbeutel eine Unze Serum. Das Herz gross, breit, fett, mit einer theils glatten, theils zartzottigen dünnen, hie und da als Sehnenfleck auftretenden Pseudoschichte bekleidet. Die Ventrikel erweitert, der linke in seinem Fleische morsch, der rechte derb.

Die aufsteigende Aorta — 6—9‴ über ihren Klappen angefangen — und der Aortabogen zu einem bei 4″ in die Quere betragenden, dickwandigen, an der Innenfläche höckerig unebenen, gerunzelten Aneurysma ausgedehnt, an

welchem mehrere ansehnliche dünnwandige, an ihrer Basis zum Theile scharfleistig begrenzte Ausbuchtungen sassen. An der hinteren Wand desselben, etwa 1'' über seinem Beginn, sieht man ein länglichrundes, an seinen Rändern heiles glattes Loch von $3^1/_2$''' Länge und $1^1/_2$''' Breite, welches in den rechten Ast der Lungenarterie, etwa 6''' hinter ihrer Theilung führt *(a)*. Die vordere Wand dieses Lungenarterien-Astes ist hier innig mit der Aneurysmawand verwachsen und rings um das Loch gleich dieser gerunzelt.

Am Bogen der Aorta stehen die Aeste desselben ungemein weit auseinander; ein accessorischer Ast zwischen Carotis und Subclavia sinist. (eine Thyreoidea inf.?) ist obliterirt und sein Ostium als ein glattes seichtes Grübchen vom Umfange eines Hanfkorns wahrnehmbar *(b)*. — Die Lungenarterie weit.

Die *Vena cava descendens* etwa 1'' unter ihrem Anfange bis in den rechten Vorhof herein platt obliterirt.

Die Leber muskatnussähnlich geschieden, ihre Gefässe weit und von flüssigem Blute strotzend. In der Gallenblase schwarzgrüne Galle nebst zwei schwarzen, maulbeerförmigen Concretionen. Die Milz gross, dunkelroth, derb, brüchig. Die Magenschleimhaut gewulstet, dunkelrothbraun, injicirt. Die Darmhäute injicirt. Die Nieren sehr dunkelgefärbt, derb; in der Harnblase zwei Unzen braunen flockigen Urins.

10. Beobachtung.

Geheilte Eröffnung eines Aorten-Aneurysma in den rechten Lungenarterienast. — Verschliessung des Ostiums der Carotis sinistra.

Bei einem 46 Jahre alten Silberpolirer von kachektischem Habitus, welcher seit mehreren Jahren an Dyspnoë, in der letztern Zeit an Schlingbeschwerden gelitten und nach einem dreiwöchentlichen Aufenthalte im allgemeinen Krankenhause gestorben war, ergab die

Leichenöffnung: Ein kindskopfgrosses, dickwandiges, grossentheils verknöcherndes Aneurysma der aufsteigenden Aorta und des Aortabogens, in dessen hinteren Wand nach links hin sich eine länglichrundliche hanfkorngrosse, an ihren Rändern mit zarten weisslichen, starren Vegetationen besetzte, sonst aber glatte Oeffnung befand, welche in den rechten Lungenarterienast gleich an der Theilung des Lungenarterienstammes führt.

Oben drängt sich das Aneurysma links an und zwischen die Luftröhre und den Oesophagus herein und in der an die Trachea stossenden Wand des letzteren findet sich ein bohnengrosser Substanzverlust, in welchen die blossgelegten Enden dreier Luftröhrenringe hereinragen, und der nach der Trachea hin an die Schleimhaut derselben andringt. Selbst an der entgegengesetzten Wand des Oesophagus findet sich eine wunde Stelle von filzigem Ansehen.

Im Gewölbe des Aneurysma ist das Ostium der linken Art. Carotis spurlos verschlossen, die Arterie obliterirt und geschrumpft.

11. Beobachtung.

Geheilte Eröffnung eines Aorten-Aneurysma in den rechten Lungenarterienast.

Schwarzer Sebastian, 45 Jahre alt, Schustergeselle, von kräftigem Körperbaue, kam am 16. Mai 1844 zum zweiten Male in das allgemeine Krankenhaus.

Vier bis fünf Wochen vor seinem ersten Eintritte (29. März 1844) schon litt er an Kurzathmigkeit und Oedem der Füsse. Die Untersuchung ergab nunmehr: Sonorer Percussionston am Thorax und vesiculäres Athmen; eine geringe Wölbung der Herzgegend, Herzstoss mässig stark, etwas tiefer; die Percussion ergibt eine Breitendimension von fast 6'', wobei das Herz die Mittellinie des Sternums um $1^1/_2$'' nach rechts hinüberschreitet. Lautes blasendes Geräusch mit der Systole im ganzen linken Ventrikel, verstärkter zweiter Ton der Art. pulm., ein dumpfes Geräusch mit der Systole und ein schwacher Ton mit der Diastole in der Aorta. Einiges Schwirren in den Art. subclav., Puls gross, regelmässig, 90. — Ascites, Oedem der Füsse bis auf die Oberschenkel herauf, Urin normal, Obstipation. Der Kranke klagt über Druck in der Herzgrube und Oppression.

Am 20. erschien des Nachts plötzlich ein heftiger dyspnoischer Anfall; die phys. Untersuchung wies einen Erguss im rechten Thorax bis zur 4. Rippe nach.

Am 22. hatte sich dieser bereits sehr vermindert, bis zum 23. Juni aber wieder über seine ursprüngliche Menge zugenommen. Ebenso verschlimmerte sich die Kurzathmigkeit und der Hydrops, dazu kam Erysipel der unteren Gliedmassen, später fahle Hautfärbung, Verfallen der Gesichtszüge, dunkle Röthung der Conjunctiva, grosse Schwäche und bald nach einem dreistündigen Froste unter grosser Dyspnoë am 4. Juli Morgens der Tod.

Leichenöffnung. Oedem besonders der unteren Gliedmassen.

Am grossen Sichelfortsatze der h. Hirnhaut einzelne hanfkorngrosse Knochenbildungen. Die inneren Hirnhäute verdickt, infiltrirt; Hirnsubstanz blass, weich. In den Hirnhöhlen $^1/_2$, auf der Schädelbasis $1^1/_2$ Unzen Serum.

Im rechten Pleurasacke 3, im linken 4—5 Pf. blassbräunliches klares Serum nebst klumpigen Fibringerinnungen. Die rechte Lunge im Umfange des oberen Lappens angeheftet, die Substanz des rechten unteren und der hinteren Partie des linken unteren Lappens comprimirt, lederartig zähe; im Uebrigen theilweise ödematös.

Im Herzbeutel 4 Unzen gelblichen Serums. Das Herz um die Hälfte grösser, mit einzelnen kleinen Sehnenflecken besetzt, in sämmtlichen Höhlen, besonders aber im rechten Ventrikel erweitert und zugleich hypertrophirt. Die aufsteigende Aorta erweitert, dickwandig, innen mit einer gerunzelten, hie und da in Form von flachen Buckeln hervorspringenden Auflagerung bekleidet. 1½″ über den Sinus der Klappen findet sich links ein zwanzigerstückgrosses (10‴ Durchmesser haltendes) rundes, zu einem trilobären, im Ganzen etwa ein Entenei fassendes Aneurysma führendes Loch. Der eine Lobus (Sinus) des Aneurysma lagert unmittelbar an der contiguen Wand der Art. pulmonalis und ihres rechten Astes, ist mit denselben innig verwachsen und erscheint mittelst eines erbsengrossen, glatt überhäuteten Loches in den letzteren, der Theilung des Stammes gegenüber, eröffnet. Das Loch sitzt unter dem höchsten Punkte einer etwa einer halben Wallnuss gleichen Protuberanz, und die Innenfläche der Lungenarterie ist ringsum mit einer weisslichen Auflagerung bekleidet. — Der zweite Lobus lagert über dem ersten nach vorne als ein wallnussgrosser Tumor, zur unteren Hälfte in die Höhle des Herzbeutels hereinragend. Der dritte dehnt sich nach hinten und oben nach der Bifurcation der Trachea nächst dem linken Bronchus hin aus.

Gleich hinter dem obbemerkten Loche in der Aorta eine etwa zuckererbsengrosse Ausbeugung der hinteren Aortawand.

An der hinteren Wand des Arcus, 3‴ hinter dem Ostium des Tr. anonymus, ein silbergroschengrosses rundes Loch, welches zu einem nussgrossen, von festen Fibringerinnungen ausgefüllten, an der Trachea rechts anliegenden, in dieselbe flach protuberirenden Aneurysma führt.

Der Lungenarterienstamm, die Venae cavae erweitert.

Im Bauchfellsacke 16 Pfund Serum, Leber, Milz, Nieren hypertrophirt, vom Blute strotzend.

12. Beobachtung. — Taf. XII.

Aneurysma des Lungenarterienstammes.

Herbeck Matthias, ein 43 Jahre alter Taglöhner hustete seit 13—14 Jahren, litt seit mehreren Monaten, nachdem er einen Tripper überstanden, an einem kupferfarbigen, psoriasisartigen Ausschlage, und leitete eine allgemeine Wassersucht, mit der er am 28. Januar 1842 in das k. k. allgemeine Krankenhaus kam, von einer vor zwei Monaten stattgehabten Verkältung her.

Die Untersuchung ergab eine schmerzhafte Anschwellung des rechten Kniees, Fluctuation des Unterleibes, am Thorax allenthalben Rasselgeräusche, im linken Herzventrikel mit der Systole ein Geräusch, den zweiten Ton der Pulmonararterie nicht verstärkt, Pulmonalarterien- und Aortatöne vielmehr schwach. Sehr sparsamer, brauner Urin. Unter Zunahme des Hydrops, unter Dyspnoë und Cyanose starb der Kranke am 18. Februar 1842.

Leichenöffnung. Allgemeines Oedem.

Beide Lungen theilweise an die Costalwand angeheftet; in jedem Pleurasacke zwei Pfund klares Serum. Der linke Thorax zum grössten Theile von dem sehr erweiterten Herzbeutel eingenommen, die linke Lunge nach hinten gedrängt, im unteren Lappen comprimirt, bandartig zähe. Der obere Lappen gleich der ganzen rechten Lunge aufgedunsen, dunkelroth, blutreich, mit schaumigem Serum erfüllt. In den Bronchien viel grauer Schleim.

Im Herzbeutel 1½ Pfund Serum. Das Herz noch einmal so gross, besonders breit, im rechten Ventrikel sehr erweitert und zugleich hypertrophirt, — äusserlich mit zahlreichen Sehnenflecken besetzt. Die Aorta ascend. erweitert, ihre Innenfläche von einer sehr ungleichförmig dicken Auflagerung uneben. Der Lungenarterienstamm zu einem fast enteneigrossen, dickwandigen, eiförmigen Aneurysma *(a)* dergestalt ausgedehnt, dass seine Klappen insufficient geworden waren. Am entgegengesetzten oberen Ende desselben sah man einen von oben nach ab- und einwärts gelagerten 8‴ langen, 3‴ breiten, 1½—2″ tiefen Recessus *(b)*, in dessen oberem und unterem Ende man die etwa ein Hanfkorn fassenden Zugänge zu den beiden Aesten (des Lungenarterienstammes) erblickte, zum Theile noch verdeckt durch die vorragende leistige Umrandung des gedachten Recessus. Die Innenfläche des Aneurysma sammt jener des Recessus von einer eben auch ungleichförmig dicken Auflagerung bekleidet.

In der Bauchhöhle bei 15 Pfund Serum. Die Leber an das Zwerchfell geheftet, mit zahlreichen narbenartig aussehenden Gruben bezeichnet, in ihrer Substanz von entsprechenden Callositäten durchsetzt, daneben dunkelroth, blutreich; in der Gallenblase trübe braune Galle. Milz hart, von speckartigem Ansehen. Auf der Schleimhaut des Magens zahlreiche hämorrhagische Erosionen, die Darmhäute infiltrirt. Nieren rothbraun, sehr derb, in der rechten am convexen Rande eine bohnengrosse grauröthliche Fibrinmasse eingelagert.

In der Kapsel des rechten Kniegelenkes mehrere Unzen eitrigen Exsudates, die Synovialhaut blauroth, injicirt, filzig.

13. Beobachtung.

Persistenz des arteriösen Ganges.

Eine schwächlich gebaute Frau von 24 Jahren litt seit ihrem zehnten bis eilften Jahre an Herzbeschwerde, nebstbei an häufigem Nasenbluten und profuser Menstruation. Eine Untersuchung nicht lange vor ihrem Tode durch Herrn Professor Skoda ergab nebst den Erscheinungen einer Vergrösserung des Herzens ein Rauschen in der Pulmonalarterie mit der Systole.

Leichensection am 12. November 1839.

Der Leichnam schwächlich gebaut, mager, blass; der linke Thorax in der Herzgegend merklich hervorgewölbt.

Der Herzbeutel enthielt etwa 1½ Unzen Serum. Das Herz noch einmal so gross, in seinen sämmtlichen Höhlen, zumal aber im linken Ventrikel und im Conus arteriosus des rechten erweitert und zugleich hypertrophirt.

Die aufsteigende Aorta und die Lungenarterie erweitert, die erstere dabei auffallend dünn und schlaffhäutig; die halbmondförmigen Klappen beider an ihrem freien Rande verdickt, jedoch in beiden gross und sufficient. An der Stelle des arteriösen Ganges waren beide Gefäss-Stämme an einander gezogen und communicirten mittelst eines kurzen, an Caliber etwa einer Carotis gleichen Ganges unter einander.

In Bezug der Beschaffenheit der beiden Mündungen dieses Communicationsweges lies sich insbesondere bemerken:

Die obere Mündung sass in der Tiefe einer konischen, kelchartigen, vorne an ihrem Zugange scharfleistig umrandeten Erweiterung der Aortawand von Bohnengrösse, während sich auf Seiten der Lungenarterie nichts von einer ähnlichen Erweiterung vorfand. Dieses Ostium war von einem etwas vorspringenden aufgerissen aussehenden Rande umgeben. In der Nähe beider war eine schmutzig-gelbröthliche gallertartige Substanz aufgelagert und deren innerste Schichte leicht gerunzelt.

Beide Lungen ödematös.

14. Beobachtung. — Taf. XIII. *A.*

Persistenz des arteriösen Ganges.

Im Jahre 1838 starb im hiesigen Gebärhause eine 32 Jahre alte, ledige Weibsperson an Metrophlebitis. Eine auf den nachstehenden Befund bezügliche Krankheitsnotiz enthielt die ärztliche Mittheilung nicht.

Leichenuntersuchung. Das Herz gross, in seinen sämmtlichen Höhlen erweitert. Die beiden Arterienstämme erweitert und mittelst des offenen D. arteriosus communicirend. Dieser hatte die Form eines schief nach innen an die Lungenarterie tretenden Conus von 8‴ Länge *(a α)*. Hinter einer scharfleistigen Knickung in der Concavität des Aortabogens gleich jenseits des Abganges der Art. subclavia sin. fand sich die 5‴ im Durchmesser haltende, vorne von jener Leiste begrenzte, im übrigen Umfange sich in die Aortawand verflachende obere trichterartige (Aorten-) Mündung desselben *(b α)*. Von hier ab nahm er an Caliber allmählich ab und mündete mit einer etwa 1½‴ weiten von einer vorspringenden nach der Lungenarterie hereingeworfenen, mit zarten Fibrin-Vegetationen besetzten Rande umfassten Oeffnung in die Lungenarterie *(a β)*. Diese sass mehr im hinteren Umfange seines Endstückes und war kleiner als das Caliber desselben. Dies letztere war dadurch bedingt, dass der vorbemerkte Rand ein zum Theile aus Auflagerung bestehender Saum war, in welchem sich auch etwas nach aussen hin eine kaum hirsekorngrosse Aufblähung vom Ductus her vorfand *(a γ)*.

Die Aorta, insbesondere in der Umgebung des Trichters und innerhalb dessen selbst mit weisslichen, theilweise verknöcherten Inseln bezeichnet.

15. Beobachtung.

Persistenz des arteriösen Ganges.

Am 16. September 1846 starb im hiesigen allgemeinen Krankenhause eine 22 Jahre alte Weibsperson von zartem Körperbaue fünf Wochen nach dem Kindbette. Nebst den Erscheinungen des puerperalen Uterusleidens bot sie, gleichwie schon vor vier Jahren, wo sie vom Herrn Professor Skoda beobachtet wurde, ein fortwährendes, mit der Systole verstärktes Vibriren im dritten linken Intercostalraume dar.

Die Leichenuntersuchung ergab nebst Marcidität des Uterus mit einem breiig eingedickten Eiterinhalte der Venen des lig. latum sin., Follicular-Geschwüren des Dickdarmes und allgemeiner Blutleere Folgendes:

Das Herz etwas grösser, im linken Ventrikel erweitert. Die Fossa ovalis sehr gross, von einer entsprechend grossen, nach dem Lungenvenensacke hereingebuchteten Klappe bis auf eine einer kleinen Erbse grossen Oeffnung im oberen Umfange verschlossen.

Die beiden Arterienstämme sehr zarthäutig, enge, der Durchmesser der Aorta gleich über den Klappen 8½‴, der der Pulmonalarterie 11½‴. Beide communicirten mittelst des Ductus art., indem dieser in nachstehender Weise offen stand: Er stellte ein kurzes, etwa 2½‴ langes konisches Gefäss dar, dessen Aortenmündung 3‴ Durchmesser hielt, dessen Ostium pulmonale ein 1‴ im Durchmesser haltendes, etwas länglich-rundes, besonders nach hinten von einer nach der Lungenarterie hereinspringenden Randleiste — einem gleichsam von einer durchrissenen Membrana obturatoria übrig gebliebenen Saume — umfasstes Loch war. Beide Mündungen lagen innerhalb einer merklichen Ausbuchtung der beiderseitigen Gefässwände; in der der Aorta war die innere Gefässhaut ringsum nach dem Ostium herein leicht gerunzelt. Auf der Aorta lag eine ganz dünne Schichte Auflagerung gleichförmig, in der Lungenarterie dagegen sass sie in etwas namhafterer Dicke ringsum das Ostium auf.

16. Beobachtung. — Taf. XIII, *B.*

Persistenz des arteriösen Ganges.

Am 28. November 1849 wurde Platzer Anton, 21 Jahre alt, Kellner, secirt. Er kam, nachdem er kurz vorher an Scarlatina behandelt worden sein soll, hydropisch und mit anginöser Schling- und mit Athmungsbeschwerde am

13. November 1849 in das allgemeine Krankenhaus. Am Thorax war beiderseits dumpfer Percussionston nach hinten und unten zugegen, das Herz ergab sich im Längendurchmesser vergrössert, statt des ersten Herztones ein Geräusch wahrnehmbar, Fieber mässig, sparsamer Urin. Nachdem die Athmungsbeschwerde sich schon gemindert hatte, nahm sie wieder rasch zu, es erfolgte reichlicher Bluthusten und sofort am 27. der Tod.

Leichenöffnung. Der Körper mittlerer Grösse, blass, infiltrirt. Im linken Pleurasacke 6 Pfund, im rechten 2 Pfund Serum. Die linke Lunge auf etwa die Hälfte ihres Volumens reducirt, schlaff hepatisirt, die rechte im hinteren Abschnitte des unteren Lappens von derselben Beschaffenheit, nach vorne und im oberen Lappen ödematös.

Im Bauchfellsacke 4 Pfund Serum. Die Nieren gross, die Rindensubstanz geschwellt, die Gefäss-Sterne auf ihrer Oberfläche strotzend.

Das Herz etwas grösser, die Wände beider Ventrikel etwas verdickt, ihre Höhle etwas erweitert, sämmtliche Klappen gross, sehr zart, das ovale Loch geschlossen. Aorta und Arteria pulm. von entsprechendem Caliber, dünnhäutig.

Der Ductus arteriosus offen: Er stellte einen kurzen, etwa $2\frac{1}{2}'''$ langen Kegel dar, dessen trichterartiges Aorten-Ostium $2\frac{1}{2}'''$ betrug, während das Lungenarterien-Ostium eben für eine Borste durchgängig war. Dieses ging durch ein weissliches sehr zartes Plättchen hindurch, welches auf der Höhe einer seichten rundlichen Hereinstülpung aufsass *(a.)* — Die Aortenmündung von einer weisslichen opaken, ziemlich dicken Auflagerung ausgekleidet.

17. Beobachtung.

Persistenz des arteriösen Ganges.

Am 15. December 1850 wurde eine 43 Jahre alte scoliotische Weibsperson secirt. Die Erscheinungen im Leben waren die der excentrischen Hypertrophie des Herzens; ob Erscheinungen einer Communication zwischen Aorta und Art. pulmonalis da gewesen, blieb unbeachtet.

Körper klein, mässig genährt; die Brustwirbelsäule nach rechts abgewichen, Unterleib schwappend.

Die Brusträume enge, die Lungen dichter, mässig mit Blut versehen, ödematös, einzelne Stellen in der rechten brüchig, undeutlich hepatisirt.

Im Herzbeutel ein halbes Pfund Serum. Das Herz im rechten Ventrikel erweitert und hypertrophirt; die Pulmonalarterie weit. In den Herzhöhlen dunkelrothes, lockergeronnenes und flüssiges Blut.

Der Ductus arteriosus in Form eines bei $5'''$ langen, in die Aorta trichterartig, in die Lungenarterie mit einer nur für eine Borste durchgängigen, von einem weisslichen vorspringenden Walle umgebenen Oeffnung einmündenden Canales offen. Das trichterartige, vorne von einer Leiste begrenzte Ostium aorticum hielt $1\frac{1}{2}'''$ Durchmesser, der Canal selbst $1'''$. — Die Innenfläche der Aorta von einer hie und da dickeren weisslichen Auflagerung bekleidet; auch die Aortamündung des Ductus von einer solchen ausgekleidet.

Im Bauchfellsacke einige Pfund klaren Serums; Leber blass, derb, granulirt; Milz brüchig, Nieren derb.

18. Beobachtung. — Taf. XIII. *C.*

Persistenz des arteriösen Ganges.

Am 15. Jänner 1850 starb Wastel Maria, 23 Jahre alt, im hiesigen allgemeinen Krankenhause. — Sie litt seit ihrer Kindheit an Herzklopfen und gab als ihr gewöhnlichstes Leiden die Symptome der Cyanose und des Bronchialcatarrhs an; ausserdem waren ihre Füsse alljährlich einigemal geschwollen. Bei ihrer Aufnahme im k. k. allgemeinen Krankenhause am 23. October 1849 ergab die Untersuchung nach Mittheilung des Herrn Dr. E. Kolisko ausser Catarrh, Ascites, Oedem der Füsse, Folgendes: Die Herzspitze etwas tiefer, an der Herzbasis in querer Richtung auf 4 Zoll leerer Percussionsschall. Ueber der Herzspitze ein blasendes Systole-Geräusch, in der Mitte der gedämpften Stelle an der Basis ein continuirliches Rauschen. Ueber der Aorta und der Art. pulmonalis ein lautes rauhes Geräusch statt dem zweiten Tone. Die Venen des Halses strotzend, das Gesicht ödematös, die Lippen blau, Conjunction ödematös, schlotternd, ihre Gefässe varicös. Der Puls beschleunigt, klein, überall synchronisch mit dem Herzimpulse.

Nach beiläufig neun Wochen kam ein Gesichtserysipel, während welchem die Dyspnoë überhand nahm; während der Abschuppung vermehrte sich das Oedem und die Cyanose und unter zunehmender Absonderung der Bronchialschleimhaut trat Sopor und endlich der Tod ein.

Die Leichenöffnung ergab Folgendes:

Der Körper mittlerer Grösse, mässig genährt, am Rücken, im Gesichte, an den Händen und an den unteren Gliedmassen dunkelviolett gefärbt, die letzteren ödematös. Gesicht gedunsen, die Epidermis gerunzelt, rissig, Augenlieder infiltrirt.

Die weichen Schädeldecken infiltrirt, Gehirn und seine Häute sehr blutreich, die innere Fläche der D. Mater mit einer gelbröthlichen gallertartigen Exsudation bekleidet.

Die Schilddrüse von zahlreichen ansehnlichen colloidhaltigen Cysten durchwebt; zwischen Zungenbein und Kehlkopf eine haselnussgrosse, eine glasartige Feuchtigkeit enthaltende vereinsamte Cyste.

Beide Lungen stellenweise angeheftet, in den oberen Lappen blutarm, hell-zinnoberroth, trocken, in den unteren mässig mit Blut versehen. In einzelnen Bronchialröhren gelber eitriger Schleim. Im rechten Pleurasacke so wie im Herzbeutel etwa 2 Unzen flockig-trüber Flüssigkeit.

Das Herz besonders im Querdurchmesser vergrössert, sein seröser Ueberzug zum grössten Theile trübe, verdickt, am Lungenarterienstamme mittelst straffen Zellstoffes mit dem Herzbeutel verwachsen. Die Fleischwand des linken Ventrikels 4½''', jene des rechten eben so dick, wozu hier noch die ungemein verdickten Fleischbalken kamen; dabei war das Fleisch des rechten Ventrikels von vielem weissen schwieligen Gewebe durchsetzt, die Höhle desselben, zumal der Conus arteriosus, verengert. Die venösen Klappen beider Herzhälften verdickt, verkürzt, mit kleinen Vegetationen besetzt. An der Stelle der Eustach'schen und Thebesischen Klappe ein grossmaschiges Strickwerk. Das For. ovale geschlossen. Die arteriösen Klappen etwas verdickt.

Die Aorta, zumal als Descendens, enge, 5''' Durchmesser haltend. Der Stamm der Pulmonal-Arterie ungleichförmig erweitert. Beide Gefässstäme an der Stelle des Ductus arteriosus an einander gezogen, und dieser in Form eines ganz kurzen (etwa 1''' langen) allenthalben und namentlich an beiden Ostien gleich weiten, 3''' Durchmesser haltenden Canales offen; das Aortenostium von der A. ascend. her von einer sich quer verlaufenden Leiste begrenzt (*a*). Die Aorta, zumal als Ascendens, die Pulmonal-Arterie sammt ihren Aesten und deren Verzweigung bis tief in die Lungensubstanz mit Ausschluss ihres 1—1½'' langen Ursprungsstückes von einer ansehnlich dicken, höckerig unebenen, hie und da zu Atherom zerfallenen Auflagerung bekleidet. Diese überzog auch den Ductus arteriosus, an dessen Lungen-Arterien-Ostium dieselbe einzelne zum Theil verknöcherte Wärzchen darstellte (*b*).

Die Venenstämme am Halse strotzend, in den Herzhöhlen und den arteriösen Gefässstämmen viel dunkles, dickflüssiges, im rechten Herzen mit zähem Fibringerinnsel untermischtes Blut.

Im Bauchfellsacke bei 6 Unzen flockiger Flüssigkeit, Leber sehr gross, talghältig, die Schleimhaut des Magens und Darmcanals gewulstet, die Nieren gross, derb.

19. Beobachtung[1]). — Taf. XIV. *A.*

Obliteration der Aorta an und unterhalb der Einsenkung des Duct. Bot., Hydrops, haemoptoischer Infarctus in beiden Lungen.

Harzmann Ignaz, 27 Jahre alt, Taglöhner, soll seit einem Jahre besonders nach anstrengender Arbeit an Herzklopfen gelitten haben, dem sich seit drei Monaten öfterer Husten mit Auswurf zähen Schleimes und Athembeschwerde beigesellte. Dies verschlimmerte sich sehr schnell und seit zwei Monaten ist er von den Füssen herauf wassersüchtig geworden. Er starb Anfangs März 1843.

Leichenöffnung. Der Leichnam kräftig gebaut; Oedem, besonders der unteren Gliedmassen, der Unterleib sehr ausgedehnt, fluctuirend.

Die Sinus der harten Hirnhaut strotzend, die pro mater sammt dem Gehirne blutreich.

In der Bauchhöhle bei 20 Pfund klares, mit einzelnen Faserstoffflocken untermischtes Serum. Die Leber kaum grösser, ihre Substanz scharf in eine gelbe und dunkelrothe geschieden (Muscatnuss-Leber), ihre Peritonäalhülse stellenweise tendinös verdickt; in der Gallenblase viele zähe, dunkelbraune Galle. Die Milz dichter, dunkelrothbraun, ziemlich gross. Nieren gross, derb. Am Krummdarme hie und da auffallend blutreiche Venenverzweigungen.

Beide Lungen zum grössten Theile zellig an die Costalwand angeheftet, in den freien Räumen der Pleurasäcke je ein Pfund Serum. Beide Lungen aufgedunsen, ödematös, in beiden untern Lappen nebst mehreren kleineren je eine pomeranzengrosse schwarzrothe, brüchige Stelle — hämoptoischer Infarctus. Die Schleimhaut der Trachea und der Bronchialstämme blauroth, gelockert, die Bronchial-Verzweigung mit dickem, gelblichen Schleime erfüllt.

Im Herzbeutel zwei Unzen klaren Serums. Das Herz mehr als noch Einmal so gross, mit vielen Sehnenflecken besetzt, im Fleische durchaus derb, rothbraun. Der linke Ventrikel sehr erweitert, in seiner Wandung 1'' dick, auch der rechte Ventrikel und der Lungenvenensack erweitert und hypertrophirt, die Klappen normal, das ovale Loch geschlossen, die Hohlvenen, die Intercostalvenen, die Jugulares u. s. w. erweitert und strotzend.

Die Aorta. Das aus einem Stücke der aufsteigenden Aorta, dem Aortabogen und einem Stücke der absteigenden bestehende Präparat zeigt folgendes:

Der aufsteigende Aortenschenkel verläuft ungewöhnlich gestreckt nach aufwärts und zugleich verjüngt er sich nach Abgabe des Truncus anonymus so, dass er an der Abgangsstelle der Subcl. sin., die gleichsam seine Fortsetzung und von gleichem Caliber mit ihm ist, nicht mehr als bei 5''' Durchmesser hat, während er über den Klappen 11''' beträgt.

---

[1]) Entlehnt meinem Handbuche der path. Anatomie II. Bd., S. 595, wo der Fall nach der Mittheilung des Prof. Dlauhy enthalten ist.

Von hier biegt sie sich rasch und beinahe winkelig ab, als ein Gefäss von 11''' Länge und nicht mehr als 3''' Durchmesser *(a)*, dessen unteres Ende entsprechend der Einsenkung des obliterirten Duct. arteriosus, oder besser gleich unter dieser [1]), verengt, in Obliteration begriffen, und durch eine tiefe Furche von oben her von der Aorta descendens abgeschnürt ist *(b)*.

Die Erscheinung ist an der genannten Stelle kaum 1''' lang, der Canal daselbst bloss für eine dünne Sonde durchgängig, und von der Aorta desc. her durch ein Plättchen einer weissen opaken Auflagerung verlegt. Die absteigende Aorta hält 8—9''' im Durchmesser. — In der aufsteigenden Aorta ist die Auflagerung sehr stark, opak, zum Theile verknöchert, ihre Wand rigid; in der absteigenden finden sich nur einzelne Platten einer opaken Auflagerung vor. Der Truncus anonymus hält 5—6''', die Carotis sin. 2''', die Subcl. sin., wie oben bemerkt, bei 5''' im Durchmesser. Die Stümpfe der von der Aorta desc. abgehenden Intercostal-Arterien, zumal die oberste beträchtlich erweitert.

20. Beobachtung. — Taf. XIV. *B.*

Bevorstehende vollständige Obliteration unterhalb der Einmündung des Duct. art. — Lungenödem, Insufficienz der Aortaklappen.

Sie betrifft einen 25 Jahre alten Schustergesellen, Joseph Wollak, dessen Krankengeschichte Herr Dr. Löbl in Canstatt's Jahresberichte pro 1848, p. 191, ausführlich mittheilt, woraus ich folgende Hauptmomente entlehne.

W. J. kam Ende 1841 auf Herrn Prof. Skoda's Brustkrankenabtheilung mit den Erscheinungen der Insufficienz der Aortaklappen. Mitte April 1842 wurde auf eine sich ausbildende Dilatation der aufsteigenden Aorta geschlossen und im Mai der Kranke entlassen.

Im Jahre 1847 (Ende September) erkrankte W. J. an Pneumonie des linken unteren Lungenlappens. Nach der Beobachtung des Kranken auf der Klinik des Herrn Prof. Skoda waren damals die Zeichen der Aortaklappen-Insufficienz eminent, und es hatte sich seit dem Jahre 1844 der Umfang des linken Herzventrikels vergrössert. Er klagte damals auch über dumpfen Schmerz und baldige Ermüdung der Unterextremitäten. Bei einer gelegenheitlichen Untersuchung wurde zugleich erhoben, dass alle Pulsation an der Aorta abdominalis und an den Arterien der Unterextremitäten fehle, was namentlich in einem grellen Contraste zu den erschütternden Pulsationen der Arterien der oberen Körperhälfte stand; dabei am Rücken, in der linken Seitengegend des Thorax, in der Nabelgegend pulsirende Convolute erweiterter Arterien.

Nach überstandener Pneumonie entlassen im October 1847, kehrte er am 5. Februar 1848 ins Krankenhaus zurück auf Herrn Dr. Kolisko's Brustkrankenabtheilung, wo er nach einem Gemüthsaffecte von Fieber befallen wurde, und fünf Tage hierauf unter Erbrechen, Athembeschwerde, Cyanose (am 25. Februar) starb.

Leichenöffnung. Der Leichnam kräftig gebaut, musculös, mit breitem, gewölbten Brustkorbe.

Das Gehirn sammt seinen Häuten etwas reichlicher mit Blut versehen, die letzteren mässig mit Serum infiltrirt. — Die Lungen aufgedunsen, mit feinschaumigem Serum erfüllt. — Leber und Milz gross, derb, blutreich; Magen- und Darmschleimhaut etwas gewulstet. — Nieren derb und blutreich.

Der Herzbeutel enthielt eine Unce blassgelblichen Serums. Das Herz mit einer besonders an den Vorhöfen und den Ursprungsstücken der beiden Arterienstämme deutlich zottigen und granulirten Pseudomembran bekleidet. Das Herz sehr gross, von walzenförmiger Gestalt, mit abgerundeter Spitze, von seiner Basis nach der Spitze 4'' 3''' im Umfange bei 12'' betragend. Der linke Ventrikel 10''', der rechte 3''' dick, jener dabei ungemein und nächst ihm der Conus arteriosus des rechten erweitert. Das Endocardium des ersteren unter dem Ostium aorticum mit einer verästigten faltigen Sehnenplatte besetzt. Die venösen Klappen sehr gross, so wie die Semilunarklappen der Lungenarterie weich, geschmeidig. Die Vorhöfe nicht merklich erweitert, der Lungenvenensack dickwandig, das For. ovale geschlossen.

Die aufsteigende Aorta besonders rechts sehr erweitert, über 4'' im Umfange haltend, dünn und schlaffhäutig, steigt mit nur mässiger Krümmung schief nach aufwärts, wird kurz vor Abgabe des trunc. anonym. auffallend enger und setzt sich von hier in ein fast quer liegendes Bogenstück fort, welches etwa 1'' 6''' lang ist, und 2''—18''' (zwischen trunc. anonym. und Car. sin., dann zwischen dieser und der Subcl. sin. gemessen) im Umfange hält. Von ihm gehen in namhaften Entfernungen und durch leichte Einbuchtungen der obern Gefässwand gesondert, die drei Aeste des Aortabogens, die Carotis sin. insbesondere mehr nach vorne hin, ab. Der Truncus anonymus hält 20''' im Umfange, und ist somit dem Stamme an Caliber nahezu gleich, die Carotis 10''', die Subclav. sin. 14'''. Alsbald nach Abgabe dieser letzteren und ihrem Ostium gegenüber biegt sich das Bogenstück rasch senkrecht ab, und bildet ein Gefäss *(a)*, welches auf 14''' Umfang reducirt, etwa 10''' lang, an seinem unteren Ende einerseits mittelst des etwa 3''' langen obsoleten Ductus art. an die Lungenarterie herangezogen ist, während es anderseits links in die Aorta desc. unter einer scharfwinkeligen tiefen Einschnürung *(b)* verläuft. Hier, somit gleich (etwa 1''') unter der Insertion des arteriösen Bandes findet sich ein ganz kurzer (1''' langer) für eine dünne Sonde durchgängiger Canal mit einem nächst der innern Wand der Aorta desc. lagernden Ostium, welches,

[1]) Durchaus nicht über dem Duct. Botalli, wie P. Hammernjk berichtigen will.

einer horizontalen Querspalte sich nähernd, von etwas aufgeworfenen Lippen umschlossen war. Dieser Canal verband den Aortabogen mit der Aorta desc. Diese trat jenseits der vorgedachten Einschnürung als ein Stamm von 2" 6''' Umfang, an dessen innerer (unterer) Wand sich die Ausgangsmündung jenes Canals fand, so auf, dass er beinahe ganz über die obbemerkte Einschnürung heraufragte, und ungeachtet der senkrechten Abweichung des Bogen-Endstückes doch mit dem eigentlichen Arcus in der gewöhnlichen Curve liegt. Bald darauf wird sie enger, indem sie das Caliber der A. desc. eines Erwachsenen darbietet, sie bleibt jedoch dünnwandiger. — Der Duct. art. von der Aorta her für eine etwa ¼''' dicke Sonde bis zur Hälfte seiner Länge offen, die Portio pulmonalis desselben vollständig verödet. Etwa 1''' unter seinem Ostium aorticum liegt, wie oben bemerkt, die Aortenverengerung.

Die aufsteigende Aorta ist bis an das senkrechte Endstück des Bogens hin innen mit kleinen — Mohnkorn-, Linsen-grossen — weisslichen, an der concaven Wand dichter stehenden Inseln (Auflagerung) besetzt. Eine reichlichere Auflagerung fand sich im Isthmus selbst, zumal in der nächsten Umgebung des Ostium (aorticum) des arteriösen Ganges. — Die Aortaklappen sehr gross, an ihrem freien Rande verdickt, die Commissur der zwei den Ostiis der Kranzarterien entsprechenden so gedehnt, dass die beiden Klappen nach dem Ventrikel hineinhängen. Die Klappensinus sehr weit.

Die Ostien der beiden Art. coronariae einander sehr nachstehend, das der hinteren erweitert, das der vorderen zu einer sehr schmalen bogenförmig gekrümmten Spalte verengert.

Die Lungenarterie sammt ihren Aesten weit.

Der Collateral-Kreislauf, wie die Aeste der Art. subclaviae andeuten, ziemlich stark entwickelt.

21. Beobachtung. — Taf. XV.

Obliteration der Aorta überhalb der Insertion des arteriösen Bandes, pleuritisches Exsudat linker Seite.

Am 1. Mai 1849 wurde Kranich Vincenz, 57 Jahre alt, Pfründner, mit einem linksseitigen bis zur dritten Rippe heraufreichenden pleuritischen Exsudate aufgenommen, und starb daran am 13., ohne dass man veranlasst worden, eine weitere Untersuchung des Kranken vorzunehmen.

Leichenöffnung. Der Körper etwas mehr als mittlerer Grösse, mässig genährt.

Das Gehirn und seine Häute mässig mit Blut versehen.

Im linken Thorax 12—14 Pfund blassbräunlichen mit einiger sulzeartiger Gerinnung untermischten Exsudates; die Pleura von einer blassgelben areolirten Gerinnung bekleidet. Die Lunge dieser Seite an die Wirbelsäule angedrängt, blut- und luftleer, schiefergrau. Die rechte aufgedunsen, ödematös. In der Spitze beider Lungen eine kleine Gruppe grauer Tuberkel.

In der Bauchhöhle etwa ein Pfund Serum; Leber und Milz blass, klein und sonst gleich den übrigen Baucheingeweiden normal.

Im Herzbeutel zwei Uncen Serum. Das Herz nach rechts verdrängt, mässig vergrössert, im l. Ventr. erweitert, in dessen Wandung 6—7''' dick, in seinem ganzen Umfange von einer theils glatten, theils zottigen, zarten, hie und da dickeren, einen Sehnenfleck constituirenden Pseudomembran bekleidet. Die Innenfläche des linken Herzens, zumal seiner Vorkammer (des Lungenvenensackes) von einer weisslichen trüben, in zahlreiche Runzeln zusammengeschobenen, leicht abziehbaren Pseudoschichte bekleidet. Das ovale Loch geschlossen.

Die Aorta ascend. steigt (mit Wachsmasse injicirt) mit einer schwachen Krümmung herauf, wobei der trunc. anonym. als ihre Fortsetzung erscheint, indem sie sich gleichsam in diesen und ein Bogenstück theilt, welches letztere schräg vor der Wirbelsäule nach links heraufsteigend sich in die Subclavia sin. fortsetzt, nachdem von seinem oberen und vorderen Umfange die Carotis sin. abgetreten ist.

Die Aorta asc. hält 3" 6''', der trunc. anonym. bei 2", der Bogen und die Subclavia sin. eben auch 2" Umfang, die Carotis sin. 1" 3'''. Die Länge des Bogenstückes in die Quere misst 1" 10'''.

Aus dem unteren Umfange des in die Subclavia sin. verlaufenden Bogenstückes setzt sich ein Gefäss von 9''' Länge fort, ziemlich vor der Mitte der Wirbelsäule fast senkrecht herabsteigend *(a)*, welches nächst seinem Abgange 10''' Umfang hat, sich aber alsbald zu 6—5''' verjüngt, und, in seiner Endstrecke von 1½—2''' vollständig obliterirt *(b)*, in die, an der Stelle seines Zusammentreffens mit dem etwas schräg von links heraufsteigenden kaum 2''' langen obliterirten Duct. arteriosus wie mit einem Spitzgewölbe beginnende Aorta desc. sich einpflanzt. Diese hat als Aorta thoracica 1" 9''' Umfang, und steigt nahe zu mitten vor der Wirbelsäule herab. — Die Obliteration ist vollständig, durch eine weisse fibroide mit der Gefässwand verwachsene Masse vermittelt, und dem Gesagten zufolge oberhalb der Insertion des arteriösen Ganges befindlich.

Die Lungenarterie sehr weit, dünnhäutig.

Der Collateral-Kreislauf, wie die Aeste der Art. subclaviae andeuten, ungemein stark entwickelt.

22. Beobachtung. — Taf. XVI.

Querriss der aufsteigenden Aorta.

Anna G. v. P., 52 Jahre alt, Beamtenswitwe, stürzte am 18. Februar 1833 gegen Abend auf einem gemächlichen Gange nach Tische auf der Strasse zu Boden. Nachdem ein Aderlass angestellt worden, brachte man sie ins allgem. Krankenhaus. Sie kam hier bewusstlos, ohne Puls an, erbrach sich zweimal und starb, nachdem auf Augenblicke das Bewusstsein zurückgekehrt war, in fortgesetzter tiefer Ohnmacht des andern Tages (des 19.) Morgens.

Leichenöffnung. Der Leichnam von mittlerer Grösse, mager.

Die Scheitelwand 3—4‴ dick und compact, auf dem linken Scheitelbeine über der halbkreisförmigen Linie eine einer halben Wallnuss grosse compacte Exstose; die inneren Hirnhäute infiltrirt. Einzelne Arterien auf der Gehirnbasis theilweise verknöchert.

Die Lungen, mit Ausnahme der aufgedunsenen vordern Ränder ihrer oberen Lappen, dunkelroth, blutreich, stellenweise ödematös. Die linke Brusthöhle enthielt 1 Pfund, die rechte etwa 4 Uncen blassröthlicher, blutig-seröser Flüssigkeit.

Im hinteren Mediastinum war um die Aorta und Speiseröhre, besonders aber gegen die Lungenwurzeln hin um die Lungengefässe und Luftröhrenäste viel geronnenes Blut extravasirt; im Herzbeutel war über ein Pfund geronnenes und flüssiges Blut angesammelt.

Das Herz etwas grösser, dick, beinahe rundlich geformt, die linke Kammer und der Conus arteriosus sehr geräumig, die Dicke der Wände sämmtlicher Herzhöhlen normal. Die rechte Herzhälfte mit einer beträchtlichen Fettschichte bedeckt, die Verästelung der beiden Kranzarterien grösstentheils verknöchert. Die Herzsubstanz blass, sehr leicht brüchig.

Aorta. Die aufsteigende Aorta gleich der Lungenarterie beträchtlich weit; die Klappen der ersteren an ihrer Anheftung und an ihren Knötchen verdickt und zum Theile knöchern. Die Zellscheide der Aorta in deren ganzem Verlaufe und zwar am aufsteigenden Stücke derselben ringsherum, zumal an dessen innerer Wand, rein von Ringfaserhaut, am Bogen und an der ganzen Brust- und Bauch-Aorta meist bis auf den dritten Theil ihrer Peripherie so abgelöst, dass ihr hie und da theils eine dünne Lage, theils abgeblätterte dickere Partien der gelben Haut anhingen *(a)*. Dies erstreckte sich oben über den truncus anonymus auf die Carotis com., die subclavia dextra und ihre grösseren Aeste *(b)*, abwärts auf eine Strecke der beiden Art. iliacae, indem an jenen die Zellscheide im ganzen Umfange des Arterienrohres völlig abgesondert, an diesen nur theilweise abgelöst, aber ringsherum leicht mit der äusseren Schichte der mittleren Arterienhaut ablösbar war. Auf letztere Weise verhielt es sich auch mit den meisten kleinen und grossen Aesten der Brust- und Bauch-Aorta auf verschiedene Strecken von ihrem Abgange. Sie war an den ausgedehnten Strecken ihrer völligen Ablösung blauroth, blutig infiltrirt und beträchtlich dick; an den Stellen, wo eine Lage der gelben Haut an ihr haftete, und wo sie nicht völlig abgetrennt war, erschien sie jedoch blasser, wegen des Mangels der Blutsuffusion auch weniger dick, aber von einem sehr entwickelten Gefässnetze durchzogen. Den zwischen ihr und der gelben Gefässhaut befindlichen freien Raum nahm eine ansehnliche Menge geronnenen und flüssigen Blutes ein.

Innerhalb der nach dem oben Gesagten von dem aufsteigenden Aortenstücke ringsum abgesonderten Zellscheide war die Aorta in ihrer mittleren und inneren Haut 1″ 9‴ über ihren Klappen in der Quere zerrissen, so, dass bloss ein etwa 2½‴ breiter, seiner Länge nach etwa die halbe Peripherie des Aortenrohres betragender Spiralstreifen von deren hinteren Wand übrigblieb, der ein Riss-Ende mit dem andern verband *(c)*, und wegen der gleich anzugebenden Dislocation des oberen Riss-Endes aus seiner ursprünglichen horizontalen Lage in eine längs der Concavität des Aortenstammes aufsteigende gebracht wurde.

Das untere Riss-Ende *(d)* klaffte in Folge des blanken Querrisses mit fast kreisrunder Mündung nach aufwärts, das obere dagegen war von der convexen Wand aus grösstentheils um und eingestülpt *(e)* und in die Höhlung des Aorta-Bogens bis an die Subclavis sin. hineingetrieben, ja in den Eingang zu dieser letzteren selbst war eine conisch zusammengerollte Portion des eingestülpten Aortenrohres hineingekrochen, so, dass man aus ihr (der Subclav. sin.) in das umgestülpte Aortenrohr und durch dieses in das Cavum der Zellscheide gelangte.

Auf diese Weise waren die beiden Riss-Enden auf 1¼—1¾″ von einander entfernt, und innerhalb der hier fast sackförmig ausgedehnten Zellscheide so wie überall längs der ganzen Aorta und der sämmtlichen oben bemerkten Aeste derselben war zwischen ihr und der mittleren Arterienhaut geronnenes und flüssiges Blut angesammelt. An einzelnen Stellen waren dadurch die Aorta und die Coeliaca verschiedentlich zusammengedrückt, ja viele kleine Aeste der ersteren und von den grösseren die beiden Nierenarterien an ihrem Ursprunge völlig abgerissen.

Aus diesem Raume war nun das Blut weiters in den Herzbeutel und den Mittelfellraum auf folgendem Wege extravasirt. Die Zellscheide des aufsteigenden Aortenstückes war nach aussen und hinten längs der absteigenden Hohlvene nahe ihrer Einmündung in den Vorhof der Länge nach sammt der sie überkleidenden umgeschlagenen Portion des Herzbeutels zerrissen. Ausserdem war sie an einzelnen Stellen längs der absteigenden Aorta auseinandergewichen.

Die gelbe Arterienhaut war überall, besonders aber an der Aorta selbst, ungewöhnlich leicht aufzublättern und sehr brüchig, im Bogen der Aorta sassen einzelne Knochenplättchen.

Die Gedärme waren zwar durchgehends blass, aber einzelne begrenzte Stellen des Krummdarms fielen durch ihre ausgezeichnete Blässe besonders auf, die Darmwände dünn. — Auch die übrigen Unterleibsorgane zeigten sonst keine erhebliche Anomalie.

23. Beobachtung. — Taf. XVII.

Querriss der aufsteigenden Aorta.

Am 6. Juni 1836 wurde Michael Duchard, Hausirer, ein Mann von 76 Jahren, nachdem er plötzlich gestorben, gerichtlich obducirt.

Ein kräftig gebauter Leichnam.

Im Schedel Verwachsung der harten Hirnhaut mit der Glastafel, Infiltration der weichen Hirnhaut, eine Unce Serums in den Seitenventrikeln.

Die Kahlkopfs- und die Rippenknorpel, die Luftröhrenringe grösstentheils verknöchert. Beide Lungen aufgedunsen, dunkelroth, blutreich, die oberen Lappen nebstbei ödematös.

Im Herzbeutel 3 Pfund geronnenen und flüssigen Blutes. Das Herz gross, schlaff, seine rechte Hälfte fett, im Fleische dünn, die linke Ventrikel dickwandig und erweitert. Die Aortaklappen zum Theile verknöchert.

Die Zellscheide der Aorta von deren Ursprung bis jenseits des Abganges der Art. subclav. sin. von der Ringfaserhaut abgelöst, und zu einem weiten Sacke ausgedehnt. Innerhalb derselben war die Aorta 1" über ihren Klappen in der Ringfaser- und inneren Gefässhaut schief — beinahe quer — mit einiger Ausfransung zerrissen, indem ein etwa linienbreiter Streifen vom unteren Riss-Ende losgelöst an die Zellscheide hintrat und an ihr haftete. Das eben erwähnte untere Riss-Ende *(a)* klaffte mit länglichrunder Mündung in den Sack der Zellscheide, das obere war aber in den Canal des Aortabogens eingestülpt, und sofort in Form eines mehrfach gefalteten Conus in den truncus anonymus dergestalt eingetrieben, dass dessen Spitze beinahe an die Spaltung des Gefässes reichte *(b)*. Die Zellscheide enthielt eine beträchtliche Menge geronnenen und flüssigen Blutes, und war rechterseits hinter der Cava desc. gleich über dem rechten Aste der Lungenarterie im Umfange einer Erbse geborsten *(c)*; woher sich dann das Blut in die Höhle des Herzbeutels ergossen hatte.

Die Aorta war übrigens erweitert; im Bogen und ihrem weiteren Verlaufe stellenweise unbeträchtliche weisse Auflagerungen; die Zellhaut allenthalben ungemein gefässreich, bläulichroth, infiltrirt, gewulstet, leicht von der gelben Haut abschälbar.

Die Bauchorgane normal.

24. Beobachtung.

Querriss in der aufsteigenden Aorta mit Wiedereinmündung des äusseren Sackes jenseits des Bogens.

Quack Joseph, 63 Jahre, Taglöhner, ehedem Hufschmidt, welcher in seinem 18. Lebensjahre ein intermittirendes Fieber, in seinem 40. Jahre den Winter hindurch einen fast alle Gelenke nach einander befallenden Rheumatismus überstanden, litt seit seinem 57. Jahre an Herzklopfen, Kurzathmigkeit und Schmerz in der Magengrube und dem rechten Hypochondrium. Seit Mai 1850 befand er sich auf der Klinik des Herrn Prof. Oppolzer mit den Erscheinungen der Herz-Hypertrophie von Insufficienz der Aortaklappen, mit einer im März 1851 intercurrirenden Pneumonie des rechten, mittleren und unteren Lappens, nach deren Lösung ein Reibungsgeräusch im hinteren Umfange des rechten Thorax auftrat. Am 6. April verfiel derselbe Vormittags um 9¼ Uhr nach einem Angstschrei plötzlich, wurde bleich, kalt, von Schweiss bedeckt, bewusstlos. Nach fünf Minuten wurde der Herz- und Arterienpuls wieder fühlbar, der Kranke kam allmählich wieder zum Bewusstsein und verzehrte Mittags eine Suppe. Kurz vor 3 Uhr Nachmittags trat ein gleicher Anfall ein, welchem der Kranke nach wenigen Minuten erlag.

Leichenöffnung am 7. April 1851.

Der Leichnam gross, mässig genährt, blass.

Die inneren Hirnhäute trübe, infiltrirt, in den Hirnhöhlen bei zwei Uncen Serum, Ependyma von zahlreichen feinen Granulationen übersäet. Die Arterien auf der Gehirnbasis in ihren Häuten verdickt, rigid.

Die Lungen angeheftet, aufgedunsen, ödematös, die rechte in der peripheren Substanzschichte, zumal des Unterlappens, von vereinzelten meist über ein Hanfkorn grossen, theils durch und durch grauen, theils in der äussern Schichte grauen, in der Tiefe gelben zerfallenden Tuberkeln durchwebt.

Der Herzbeutel zum grössten Theile mit dem Herzen ziemlich straff verwachsen, in seiner Höhle und zwar im vorderen von der Verwachsung freiem Umfange des Herzens etwa ein Pfund geronnenen Extravasats, überdies auch in dem Adhäsions-Bindegewebe, zumal im Umfange des Hohlvenensackes und der Aorta, extravasirtes Blut infiltrirt.

Das Herz nahezu aufs Dreifache vergrössert, insbesondere im linken Ventrikel sehr erweitert und in dessen Wand über 1'' dick. Die Aortaklappen verdickt, die rechte und linke unter einander zu einer starren, knorrigen Masse verwachsen und ihre Commissur so herabgedrängt, dass sich beide nach dem Ventrikel hin umschlugen.

An der Aorta ascend. und dem Arcus war die Zellhaut stellenweise gewulstet und ungewöhnlich vascularisirt. Die A. asc. beträchtlich erweitert. Etwa 10—12''' über den Klappen fand sich ein zum Theile gezackter, den ganzen Umfang des Gefässrohres bis auf eine Brücke von etwa 2''' an der Convexität begreifender Querriss. Er betraf die innere und die mittlere Gefässhaut (Ringfaserhaut) und zwar letztere so, dass sie in mehr als der Hälfte des Risses, entsprechend der Convexität der Aorta asc., völlig durchgerissen, und in der etwa thalerstückgrossen Umgebung von der Zellhaut so losgewühlt war, dass an dieser nur sehr feine filzige, eben merkliche Trümmer hafteten. Die andere Hälfte des Risses betraf bloss die etwa der halben Dicke entsprechende innere Schichte der Ringfaserhaut, indem die äussere an der Zellhaut haftete. Beide Schichten waren von da aus in zwei Drittheilen des Umfanges der *A.* asc. bis in den Bogen hinauf auseinandergewichen, und zwischen ihnen geronnenes Blut angesammelt. Jenseits des Bogens war das innere Rohr an der Grenze seines Abgelöstseins abermals quer etwa in zwei Drittheilen seinen Peripherie zerrissen, wodurch der äussere Sack in den Canal der A. desc. führte.

Die an der Zellhaut haftende Schichte der Ringfaserhaut war über dem Risse in der A. asc. an drei Stellen neben einander in Form zackiger Längsrisse auseinandergewichen.

Die Zellscheide der A. asc. war in deren Convexität an der Grenze ihrer Blosslegung in Form einer 1'' langen senkrechten Spalte nach der Gegend zwischen Cava desc. und dem rechten Herzohre hin zerwühlt und sammt dem serösen Ueberzuge durchrissen, woher nebst dem obgedachten Extravasate die Suffusion der Zellscheide der beiden Arterienstämme und des Fettgewebes an der Herzbasis kam.

Die Ringfaserhaut war fahl, leicht zu schichten und zu zerfasern, morsch, die leicht abzuschälenden Plättchen milchig-opak. Das Fasernetz ihrer elastischen Lamellen war minder deutlich, erblasst, auf ihnen lagen zahlreiche Fettkörnchen zum Theile in dichten Haufen beisammen. Taf. III, Fig. 18.

Die Innenfläche der Aorta, weniger in der Ascend. als im Bogen und der Descend. von einer hellen, glasartigen, und unter dieser von einer älteren, ungleichförmig dicken, unebenen, meist opaken, hie und da zu Atherom zerfallenden Auflagerung bekleidet.

In der Bauchhöhle ein halbes Pfund Serum. Die Leber derb, in ihrer Blase fünf nussgrosse braune Steine. Die Milz kleiner, dunkelroth, dichter, brüchig. Die Magenschleimhaut gewulstet, stellenweise pigmentirt. Die Harnorgane normal.

25. Beobachtung.

Querriss der aufsteigenden Aorta.

Am 4. April 1838 wurde Rosalia Hoffmann, eine Pfründnerinn, 52 Jahre alt, die Tags vorher um 9 Uhr Morgens nach eingenommenem Frühstücke plötzlich gestorben war, gerichtlich obducirt.

Es ergab sich:

Verkrümmung des Rückgraths in der oberen Dorsalgegend nach rechts hin zu einem flachen Höcker; Hypertrophie beider Herzventrikel, überwiegend jedoch des rechten, mit Erweiterung beider.

Im Herzbeutel bei 3 Pfund geronnenen und flüssigen Blutes.

Die aufsteigende Aorta war gleichmässig erweitert, ihre Klappen der Erweiterung entsprechend vergrössert. Die Zellscheide längs des ganzen Aortenstammes verdickt, und bis an dessen Theilung in die Art. iliacas herab, grösstentheils mit einer anhängenden Schichte der mittleren Haut abgelöst; zwischen sie und die letztere geronnenes Blut eingesackt. An der aufsteigenden Aorta insbesondere war sie sackförmig ausgedehnt, indem sie ringsum abgelöst war, und nur längs der Concavität des Gefässes auf normale Weise adhaerirte. Innerhalb derselben war die aufsteigende Aorta in ihrer mittlern und innern Haut an der innern und hintern Wand zerrissen; der Riss fing nämlich gleich über der linken halbmondförmigen Klappe an, und verlief von da in schief aufsteigender Richtung gegen die convexe Gefässwand, an Länge $1\frac{1}{2}$'' gleich.

Die in Adhäsion mit der gelben Arterienhaut gebliebene Portion der Zellscheide der aufsteigenden Aorta, und von ihr aus auch jene der Lungenarterie, und das Fettgewebe am Herzen von vielem Blute infiltrirt. Ueber diesem letzteren war das dasselbe überziehende äussere Herzvelament an mehreren Stellen aufgerissen, und durch diese Risse das oben bemerkte Extravasat in die Höhle des Perikardiums eingesickert.

Auf der inneren Fläche der Aorta, in deren ganzem Verlaufe fanden sich hie und da weisse Placques aufgelagert.

26. Beobachtung.

Querriss der aufsteigenden Aorta.

Bei einer am 29. November 1845 gerichtlich obducirten, plötzlich verstorbenen, 52 Jahre alten Schusterswitwe, Gamper Anna, fand man die Aorta asc. einige Linien über den Klappen rechts nach hinten in der Länge von 9''' quer

in den beiden inneren Häuten zerrissen. Die Zellscheide war suffundirt und abgelöst bis an die Abdominalis hin, und zwar an der äussern nach dem l. Thorax hinsehenden Wand, wo sie zugleich vascularisirt und gewulstet war, während sie in der übrigen Peripherie blass war und mit der Ringfaserhaut normal zusammenhing.

27. Beobachtung.

Ein Querriss der aufsteigenden Aorta.

Am 27. Juli 1845 wurde Bachmann Regina, eine 78 Jahre alte plötzlich verstorbene Geflügelhändlerinn gerichtlich obducirt.

Die Section ergab ein fettleibiges Individuum; im Herzbeutel bei einem Pfund geronnenen Extravasates. Das Herz gross, fett, mit Sehnenflecken besetzt, in seinen Hohlen erweitert, der äussere Zipfel der Bicuspidalis nächst seiner Insertion von einem ansehnlich dicken höckerigen Knochenwulste durchwebt. Die Aorta erweitert, im Bogen und als Descendens innen mit ansehnlichen opaken, meist verknöcherten Platten besetzt. Die Zellscheide von der Ascend. bis an den Bogen herauf fast ringsum, d. i. bis auf den an die Lungenarterie stossenden Abschnitt der Gefässwand, theils rein, theils mit einer ihr anhängenden Schichte der Ringfaserhaut abgelöst. Die beiden inneren Häute hinten, etwa 10 Linien über dem freien Rande der Klappen ziemlich quer zerrissen. Die abgelöste Zellscheide war hinter diesem Risse in ihrer inneren Schichte, an der hie und da ein Stratum von Ringfaserhaut haftete, über einen Zoll lang in senkrechter Richtung weit auseinander gewichen, in der äusseren Schichte etwa erbsengross in die Höhle des Herzbeutels geborsten.

28. Beobachtung.

Querriss im Bogen der Aorta.

Bei einem am 11. Jänner 1845 obducirten plötzlich verstorbenen 60 Jahre alten, kräftig gebauten fettleibigen Beamten fand man neben einer dünnen Schichte Extravasat auf der Basis des rechten vorderen und mittleren Gehirnlappens und activer Erweiterung des linken Herzens die Aorta gleichförmig erweitert und dabei verlängert, indem sie leicht geschlängelt war, schlaffhäutig; im Bogen derselben zwischen dem T. anonym. und der Carotis sin. einen etwa 8‴ betragenden Querriss mit Losschälung der Zellscheide, welche tiefer unten rechterseits in die Höhle des Herzbeutels geborsten war.

29. Beobachtung.

Zwei Querrisse der aufsteigenden Aorta.

Am 30. November 1838 wurde ein 22 Jahre alter Bäckergeselle, Karl Obrist, welcher nach einem, einige Stunden langen Unwohlsein plötzlich starb, gerichtlich obducirt.

Man fand:

Die Leiche gross, schlank gebaut, blass.

In der Luftröhre ein weisslicher Schaum angesammelt; die Lungen mässig mit Blut versehen, die oberen Lappen ödematös.

Im Herzbeutel 2 Pfund flüssigen und geronnenen Blutes; das Herz gross, dickwandig, seine Höhlen erweitert.

Die Aorta asc. erweitert, $1\frac{1}{2}$″ im Durchmesser haltend, in ihren inneren Häuten, d. i. der gelben und der inneren Gefässhaut zart. In diesen etwa 2″ über den Klappen ein und 6‴ über ihm ein zweiter Querriss, von denen jeder zwei Drittheile des Kreisumfanges des Gefässrohres betraf. Der obere klaffte am stärksten an der hinteren Gefässwand, der untere an der vorderen; aus jenem ging an der hintern Wand ein Längenriss 1″ weit nach den Klappen herab, dessen Ränder nach aussen umgestülpt waren. Die Zellscheide sammt dem anliegenden serösen Blatte des Herzbeutels theils abgelöst, theils leicht ablösbar, bis über den Bogen der Aorta hin zu einem 3—6‴ dicken Blutkuchen infarcirt, und über dem Risse in der vorderen Aortawand nach rechts hin an einer hanfkorngrossen Stelle geborsten — woher sich das Blut in die Höhle des Herzbeutels ergossen hatte.

Der Bauchfellsack enthielt etwas gelbliches Serum.

30. Beobachtung.

Zwei Querrisse der aufsteigenden Aorta.

Am 25. November 1842 wurde die Leiche des plötzlich verstorbenen 80 Jahre alten Kanzleidieners Jos. Hauer gerichtlich secirt. Man fand:

Im Herzbeutel $1\frac{1}{2}$ Pf. geronnenen Extravasates. Das Herz im linken Ventrikel hypertrophirt und erweitert.

Die Aorta asc. erweitert, auf ihrer Innenfläche eine weisse, opake, an einzelnen Inseln ansehnlich dicke Auflagerung; die Zellscheide hypertrophirt. Etwa $1\frac{1}{2}''$ über den Klappen links in der Concavität ein die innere und mittlere Haut betreffender gezackter Querriss von $1\frac{1}{4}''$ Länge. Von da aus die Zellscheide der Aorta und der Lungenarterie losgewühlt und jene der letzteren links neben dem Herzohre erbsengross in die Höhle des Herzbeutels gerissen. Vor dem Truncus anonymus an der Convexität der aufsteigenden Aorta ein zweiter $3'''$ langer querer Riss, über dem die Zellscheide an einer umschriebenen thalerstückgrossen Stelle schwarzroth suffundirt war.

31. Beobachtung.

Zwei Querrisse in der aufsteigenden und im Bogen der Aorta.

In der Leiche des plötzlich verstorbenen, am 15. April 1846 obducirten B. v. T., eines Mannes von etwa 70 Jahren, fand sich als Grundlage eines ansehnlichen Extravasates im Herzbeutel und unter der von der aufsteigenden Aorta und dem Aortabogen abgelösten suffundirten Zellscheide ein querer Riss der beiden inneren Aortahäute von etwa $3'''$ Länge gleich über den Klappen rechts und ein zweiter ähnlicher zackiger Riss im Bogen zwischen dem Ostium des T. anonym. und jenem der Carotis sin. An der abgelösten Zellscheide haftete hie und da eine dünne Lage der mittleren Aortenhaut. Die Aorta war erweitert, in der mittleren Haut fahl, innen mit einer unbedeutenden stellenweise weisslichen opaken Auflagerung bekleidet, die Zellhaut an der Aorta desc. vascularisirt, gewulstet, leicht ablösbar.

32. Beobachtung.

Längenriss der aufsteigenden Aorta.

Am 2. Februar 1838 wurde ein Taglöhner von 74 Jahren, Thomas Zimmermann, nachdem er auf der Gasse während eines gemächlichen Ganges plötzlich zusammengestürzt und sofort gestorben war, gerichtlich obducirt.

Man fand in der Leiche des rüstigen Alten:

Das Herz kugelig, den linken Ventrikel hypertrophirt und erweitert, im Herzbeutel zwei Pfund geronnenen Blutes.

Die Zellscheide war an dem ganzen Aortenstamme ungewöhnlich vascularisirt und verdickt, an der Brustaorta mit einer Schichte der mittleren Haut von dieser letzteren in grossen Strecken abgelöst, an der Aorta asc. insbesondere sackförmig ausgedehnt. Innerhalb derselben fand sich an der Aorta asc. in den inneren Lagen der mittleren und in der inneren Haut rechterseits nächst der absteigenden Hohlvene, etwa $1''$ über den Klappen angefangen, ein Längenriss von $10'''$ Länge, von welchem oben und unten zwei kleine Querrisse nach hinten zu abgingen. In dem freien Raume des Zellscheidencanales war eine grosse Menge geronnenen und flüssigen Blutes ergossen und sofort in die Zellscheiden der anstossenden Gefässe und in die Mediastina infiltrirt. Etwa $1''$ über dem Risse war die Zellscheide an einer erbsengrossen Stelle in die Höhle des Herzbeutels geborsten.

Die aufsteigende Aorta beträchtlich erweitert, auf deren inneren Fläche hie und da weissliche verknöchernde Placques, die mittlere Haut sehr verdünnt, auffallend morsch, zerreisslich, leicht schichtbar.

33. Beobachtung.

Längenriss in der aufsteigenden Aorta.

Am 13. Mai 1842 wurde die Leiche eines im allgemeinen Krankenhause verstorbenen, 60 Jahre alten Pfründners secirt.

Die Section ergab:

Die Leiche mager, blass. Die Arterien an der Gehirnbasis gelblich, verdickt, rigid, die Basilaris zugleich beträchtlich erweitert.

Die Lungen an ihren Spitzen angeheftet, stark pigmentirt, blutleer, in der Spitze beider einzelne obsolete Tuberkel.

Im Herzbeutel $1\frac{1}{2}$ Pfund geronnenes und flüssiges Blut, das Herz grösser, collabirt, in seinen Höhlen gleichwie den grossen Gefässen wenig flüssiges Blut.

Die Aorta erweitert, auf ihrer Innenfläche im ganzen Verlaufe eine ungleichförmig dicke, grösstentheils opake weisse, hie und da gelbliche Auflagerung, die gelbe Haut schmutziggelb, ungemein morsch, zerreisslich. Die Zellscheide weisslich trübe, dicker und verdichtet, mit der gelben Haut innig verwachsen. Auf der hintern Wand der aufsteigenden Aorta etwas mehr gegen rechts hin, $\frac{1}{2}''$ über den Klappen, ein $1''$ betragender Längenriss der inneren und eines anstossenden (inneren) Stratums der mittleren (gelben) Haut mit feinzackigen Rändern. Von hier aus war die Zellscheide mit der anhängenden äussern Lage der gelben Haut bis an das Zwerchfell herab abgelöst, suffundirt, und in dem freien Raum geronnenes und flüssiges Blut enthalten.

Dem obbemerkten Risse gegenüber, oder innerhalb dessen war sofort auch die Zellscheide mit der ihr anhängenden Schichte der gelben Haut in einer Strecke von 4''' zackig — nach der Höhle des Herzbeutels — durchgerissen.

34. Beobachtung.

Längenriss der aufsteigenden Aorta.

Am 24. December 1835 wurde Magdalena Makowetz, 55 Jahre alt, Pfründnerin, gerichtlich obducirt.

Die Section ergab:

Der Leichnam gross, gut genährt. Die Lungen dunkelroth, blutreich.

Im Herzbeutel über ein Pfund geronnenen und flüssigen Blutes. Das Herz rundlich, dickwandig, blass, schlaff, in seinen Höhlen eine geringe Menge dunkelrothes flüssiges Blut.

Die aufsteigende Aorta beträchtlich erweitert, innen von einer ansehnlich dicken Auflagerung bekleidet, in ihren beiden inneren Häuten an der convexen Wand, kaum 1'' über den Klappen, in Form eines rechtwinkeligen von oben nach abwärts 1'', in der Quere etwa 8''' betragenden Lappens zerrissen. Die Zellscheide fast rings um das Gefäss abgelöst, von Blute suffundirt und rechts nahe dem rechten Herzohre in die Höhle des Herzbeutels hanfkorngross zerrissen.

Der Uterus von zahlreichen haselnuss- bis ganseigrossen Fibroiden durchwebt.

Im Nervus ulnaris, ischiadicus und saphenus dexter, so wie in einzelnen Strängen des Pferdeschweifes sassen zahlreiche, zum Theil sehr grosse Neurome.

35. Beobachtung.

Längenriss in der aufsteigenden Aorta.

Am 6. December 1844 wurde Anna Nikisch, eine 73 Jahre alte, plötzlich verstorbene Witwe gerichtlich obducirt:

Im Herzbeutel 1 $1/2$ Pfund geronnenes und flüssiges Blut. Das Herz fett, die Aorta erweitert, als ascendens dünnhäutig und schlaff, als descendens verdickt, theilweise verknöchert. In jener rechts gleich über den Klappen ein rechtwinkeliger, im senkrechten Schenkel 1'', im horizontalen 3''' betragender Riss, in dessen Umgebung die Zellscheide losgewühlt und nahebei mit einer erbsengrossen Oeffnung geborsten war.

36. Beobachtung.

Ueberhäuteter, längere Zeit getragener Längenriss im Ursprungsstücke der Aorta, der später in seinem unteren Theile aus einander wich, eine neue Aufwühlung des Herzfleisches veranlasste und durch Cardo-Endocarditis tödtlich wurde.

Am 21. Juni 1842 wurde Jakob Faust, 56 Jahre alt, ein Riemer, secirt. Er war Tags zuvor in agone in das Krankenhaus gekommen: Gesicht cyanotisch, Respiration beschleunigt, ängstlich, Husten mit schaumigen, blutig gestriemten Sputis. Die Percussion und Auscultation ergab Vergrösserung des Herzens, Herzstoss heftig, Rhythmus unregelmässig, im linken Ventrikel mit der Systole ein rauhes Geräusch, das den zweiten Ton fast ganz verdeckte und gegen die Aorta zu intensiver, und auch noch in ihr gehört wurde; Puls klein, hart, aussetzend. Diarrhoe; das aus der Ader gelassene Blut kaum gerinnend.

Ueber dessen früheres Befinden liess sich nur Dürftiges eruiren: Vor etwa 8 Jahren soll er an Gicht und seit dieser Zeit öfter an Catarrh und Dyspnoë gelitten haben; vor einigen Monaten fing sich ein Oedema pedum zu entwickeln an. Zwei Tage vor seinem Eintritte ins Krankenhaus erkrankte er mit Brustschmerz, Oppression mit blutiggestriemtem schaumigen Auswurf, Fieber.

Der Leichnam mittlerer Grösse, gut genährt, blass mit einem Stich ins Gelbliche, im linken Armbuge eine verklebte Aderlasswunde, am linken Thorax mehrere Blutegelstiche.

Die Schädelknochen compact, dick; die Hirnhäute verdickt, trübe, von vielem Serum infiltrirt, die Gefässe der weichen Hirnhaut nur mit wenig Blut versehen. Die Seiten-Hirnhöhlen erweitert, in jeder bei einer Unze klaren Serums; das umgebende Mark lederartig zähe. Auf dem Schädelgrunde $1/2$ Unze blass röthlichen Serums.

Die Schleimhaut der Luftröhre blass geröthet, etwas gewulstet, mit einem puriformen Schleime bekleidet.

Die linke Lunge an der Spitze, die rechte im ganzen Umfange an die Costalwand geheftet, die Substanz beider ödematös, in der Spitze des linken oberen Lappens von mehreren in einem obsoleten Gewebe sitzenden verkreideten Tuberkelgruppen durchwebt.

Im Herzbeutel eine Unze röthlichen, trüben Serums; das äussere Herzvelament am linken Herzen von zahlreichen, hirsekorn- und linsengrossen Ecchymosen übersäet. Das Herz um die Hälfte grösser, an seiner Basis und am rechten Ventrikel mit vielem Fette besetzt und an dem letztern mit zwei silbergroschengrossen Sehnenflecken bezeichnet. Das Herzfleisch dunkelbraun, mürbe, die Ventrikel, zumal aber der rechte Vorhof weit, in diesem so wie in den grossen Gefässen viel lockeres Gerinnsel und flüssiges Blut.

Auf der convexen Wand der aufsteigenden Aorta, 5‴ hinter dem Ostium der Art. coron anterior, ein etwas schief nach vorne heraufsteigender Längenriss in der Aortenwand, von 1″ Länge, mit gezackten nach aussen umgebogenen Rändern und stumpfen Winkeln, 2 ½‴ klaffend. Dieser Riss ging unten durch die Commissur der vorderen und mittleren Aortaklappe, und setzte sich, unter einem stumpfen Winkel abbiegend, 1‴ nach Innen hin am Boden des Sinus der mittleren Klappe fort. Dadurch waren die beiden genannten Klappen von der Gefässwand abgelöst und hingen nach dem Ventrikel herein. Etwas über der Mitte des Risses ging überdies von dessen vorderem Rande ein 5‴ langer Querriss nach Innen (links) hinab. Die Basis des Risses bildete das Herzfleisch des Septum atrior., welches merklich in den Hohlvenensack hinein gewölbt war. Es war sammt den Rändern des Risses von einer weisslichen Auflagerung überkleidet, und dieser erhielt daher ein heiles überhäutetes consolidirtes, seine Ränder ein abgerundetes Ansehen. Zu unterst jedoch war das Herzfleisch bis auf eine dünne, nach dem Hohlvenensacke in Form eines ganz flachen Tumors vom Umfange einer Erbse protuberirende Schichte frisch aufgewühlt. Die obgenannte Klappe war an ihrer Risswunde mit einer länglichen, erbsengrossen, auf der andern (inneren) Seite mit hirsekorngrossen Vegetationen besetzt, eben so fanden sich an den Wänden der durch das aufgewühlte Herzfleisch gegebenen Kluft und auf der Basis des übrigen Risses hie und da zottige Fibringerinnungen. Im Hohlvenensacke war das Endocardium an der obbemerkten Protuberanz im Umfange eines Silbergroschens suffundirt, blassröthlich gelockert, mit hirsekorngrossen zottigen Vegetationen besetzt.

In der Bauchhöhle einige Unzen eines gelblichen mit weichen faserstoffigen Flocken untermischten Serums. Die Leber gross, blass-röthlichbraun, mürbe.

Die Milz gross, röthlichbraun, breiiglocker, mit einem an ihre convexe Oberfläche stossenden dunkelrothen Infarctus.

37. Beobachtung. — Taf. XVIII. *A.*

Geheilter Riss der Aorta asc. nebst einem recenten plötzlich tödtenden.

Am 29. August 1843 wurde die Leiche des plötzlich verstorbenen 44 Jahre alten Beamten Leopold Jenner gerichtlich secirt.

Der Körper gross, kräftig gebaut, fett.

Der Herzbeutel enthielt 2 Pfund Estravasat. Das Herz noch einmal so gross, im linken Ventrikel besonders erweitert und in dessen Wand 1″ dick.

Das Anfangsstück der Aorta in der Strecke von 1 ½—1 ¾″ sehr beträchtlich und ungleichförmig erweitert; es mass in der Peripherie 5 ¼ Zoll. Die Häute waren dünn und inniger an einander adhärirend, die Innenfläche mit einer weisslichen an einzelnen etwas vorspringenden kleinen Stellen zu winzigen Knochenplättchen verwandelten Auflagerung bekleidet. In der Concavität derselben, etwas nach hinten, fand sich eine weisse gestrickt aussehende Stelle (*a*), an welcher die Gefässwand zugleich beträchtlich ausgebuchtet war; sie betrug in senkrechter Richtung 1″ 2‴, in der Breite bei 6‴; unten endigte sie in zwei seitliche Spitzen, oben ging sie T-förmig in zwei 5 Linien lange Ausläufer auseinander. Die die Ausbuchtung darstellende Basis bestand aus der verdichteten Zellgewebsscheide der Aorta; die Ränder — besonders der linke unregelmässig, zackig — wurden durch die Ringfaser- und innere Gefässhaut gebildet. Sie hingen sehr innig an jener, indem die die Zellgewebsscheide bekleidende gestrickt aussehende, ansehnlich dicke fibröse Auflagerung auf dieselben (die Ränder) und über diese auf die innere Gefässhaut sich fortsetzte. Dadurch bekam der Riss ein überhäutetes heiles Ansehen, ja stellenweise, zumal rechts war der Rand der Ringfaserhaut fast unkenntlich.

Rechts in der Convexität der aufsteigenden Aorta, genau über der Grenze der Erweiterung findet sich ein recenter Riss (*b*). Er beginnt 8‴ hinter und über dem Ostium der A. coron. anterior, steigt etwas gekrümmt schräg nach hinten eine Strecke von fast 2″ herauf, wo er in das rechte Ende des wagrechten Balkens des obgedachten T greift. Von hier biegt er scharfwinkelig ab und geht beiläufig horizontal, bei 8‴ lang, nach vorne hin. Beide Schenkel begrenzen einen von oben nach abwärts 1″—1″ 3‴ betragenden Lappen der beiden inneren Gefässhäute, welcher in seiner ganzen bei 10‴ betragenden Breite von der Zellscheide so losgewühlt ist, dass an dieser einzelne Partien der äusseren Ringfaserschichten hängen. Die Zellscheide (mit Pericardium) ist unter diesem Lappen, ziemlich in der Mitte, in der Strecke von 9—10 Linien zerrissen.

Die Innenfläche der Aorta bis in die Abdominalis hin war von einer stellenweise ziemlich dicken und opaken Auflagerung bekleidet. — Die Aortaklappen sind entsprechend der obgedachten Erweiterung ungemein gross.

Eine krankengeschichtliche Notiz war nicht einzuholen.

38. Beobachtung. — Taf. XIX.

Geheilte vielfache Risse der aufsteigenden Aorta, active Erweiterung des Herzens, Emphysem der Lungen, Hydrops.

Johann Fessel, 60 Jahre alt, Hausmeister, von sehr kräftigem Körperbaue, dem Trunke ergeben, wurde am 26. Jänner 1846 in das allgemeine Krankenhaus aufgenommen. Ueber sein früheres Befinden liess sich eruiren, dass er vor einem Jahre an Brustbeschwerden mit blutigen Sputis gelitten, und dass sich diese seit 8 Wochen wieder eingestellt hatten, wobei er in den letzten 3 Wochen wassersüchtig geworden.

Beim Eintritte in das Hospital beobachtete man vermehrte Hautwärme mit profusem Schweiss im Gesichte, beschleunigte Respiration mit Schmerz im linken Thorax beim tieferen Einathmen, Husten mit blutigem Auswurfe, härtlichen aussetzenden Puls, starken Herzschlag mit unregelmässigem Rhythmus, Ödem der Unterextremitäten. Nach einiger Erleichterung während der folgenden Tage traten am 1. Februar Hinfälligkeit, verstärkte Dyspnoë, am ganzen Thorax starke Rasselgeräusche, Verminderung der Temperatur ein, worauf am 2. Februar der Tod erfolgte.

Die Leichenöffnung ergab Lungenenphysem mässigen Grades, seröse Ergüsse in den Pleurasäcken so wie im Bauchfellraume, eine beträchtliche active Erweiterung des Herzens und den im Nachstehenden beschriebenen Zustand der Aorta:

Die Aorta überhaupt sammt den von ihrem Bogen abgehenden Aesten erweitert, innen mit einer mässigen, stellenweise jedoch in Form flachconvexer Buckel hervorspringenden, zum Theil verknöcherten Auflagerung bekleidet. Das Anfangsstück derselben von 2—3″ Länge sehr beträchtlich und dabei ungleichförmig erweitert, besonders hinten ausgebuchtet, in der Peripherie 6″ betragend. Von innen angesehen erscheint die Ringfaserhaut in die Quere mehrfach und auf 1″ 3‴ bis 1″ 6‴ weit aus einander gewichen, wobei die Ränder der Risse von einer die Zellscheide bekleidenden stellenweise runzeligen, fibrös aussehenden Auflagerung überhäutet, glatt und heil, und dadurch zugleich mit der Zellscheide verlöthet erscheinen. Hie und da jedoch sind einzelne Randsäume und Zacken frei und dabei auf beiden Seiten von Auflagerung bekleidet und glatt. (*a*) Ein solcher bedeutenderer Randsaum begrenzt unten — bei (*b*) — die hintere bedeutendste Ausbuchtung in Form einer bis zu 6‴ hohen Leiste.

Die Aortaklappen sind monströs gross, die Ostien der Art. coronariae (*c*) erweitert.

39. Beobachtung. — Taf. XX.

Geheilte Risse der aufsteigenden Aorta neben einem recenten plötzlich tödtenden.

Am 27. November 1849 wurde eine plötzlich verstorbene 23 Jahre alte Magd, Maria Waldhäusel, gerichtlich obducirt:

Der Körper ziemlich gross und kräftig gebaut, gut genährt; im linken Armbuge eine frische Aderöffnung.

Beide Lungen angeheftet, die Substanz beider mässig mit Blut versehen, durchaus lufthaltig.

Der Herzbeutel enthielt ein 2 Pfund betragendes Blutcoagulum und eben so viel Blutwasser. Das Herz in seiner linken Hälfte erweitert, nächst der Spitze vorne mit einem grobzottigen etwa zwanzigkreuzerstückgrossen Sehnenflecken bezeichnet. Der seröse Ueberzug des Ursprungsstückes der Aorta mit groben, hie und da dicht zusammengedrängten Zotten besetzt, einzelne Zellgewebsstränge von da an die rechte Aurikel und die absteigende Hohlvene hintretend.

Die aufsteigende Aorta weit, insbesondere über den Klappen zumal nach rechts und rückwärts hin sackig erweitert, indem sie auf der Fläche gemessen bei 4 ½″ betrug. Die absteigende Aorta betrug über 1 ½″. Die Ringfaserhaut dünn, d. i. ½‴ und in der bemerkten sackigen Ausweitung kaum ¼‴ dick.

Auf der hinteren Wand derselben zwischen den Ostien der beiden Kranzarterien ein zweischenkeliger aus einem 1″ 8‴ betragenden senkrechten in den Klappensinus reichenden, und einem unter einem stumpfen Winkel von dessen oberen Ende sich abbiegenden 1″ langen queren Schenkel bestehender Riss der beiden inneren Häute (*a*). Diese beiden auf einen Zoll weit in Form eines stumpfwinkeligen Lappens abgelöst, wobei einzelne Fasern der gelben Haut in Form feiner Zotten an der zellig-elastischen Scheide hafteten. Diese von hier aus rings bis auf das hintere Drittheil des Aortenumfanges dick von Extravasat infiltrirt und an den Grenzen der obbemerkten Ablösung hanfkorngross in die Höhle des Herzbeutels zerrissen.

Links gleich über dem Ostium der Coron. antica eine, etwa einen Flächeninhalt von 1″ Höhe und 6‴ Breite innehabende Gruppe meist zusammenfliessender Risse der beiden inneren Arterienhäute (*b*), auf welcher die Zellscheide innerhalb der theils aufgebogenen, theils ausgestülpten Ränder der Ringfaserhaut von einem gestrickten weissen Fasergefüge bekleidet war.

Das Ostium der linken Coronaria zu einer queren Spalte verzogen (*c*). Die Ostien der Gefässäste des Aortabogens, zumal jenes des Trunc. anonymus erweitert und sämmtliche, besonders an ihrem hinteren Umfange, von einem hereinspringenden scharfleistigen Rande begrenzt.

Die Aortaklappen, zwei an Zahl, sehr gross, am freien Rande verdickt, die rechte Commissur derselben nach dem Herzen herabgedrängt, in deren Basis eine etwa erbsengrosse knorrige Knochen-Concretion.

Die Uterushöhle enthielt eine dünne Schichte locker geronnenen Blutes.

40. Beobachtung. — Taf. XVIII. *B.*

Geheilter Riss der aufsteigenden Aorta mit aneurysmatischer Ausbuchtung neben einem recenten plötzlich tödtenden.

Die Section einer plötzlich verstorbenen Weibsperson von mittleren Jahren ergab nachstehenden Befund:

Gleich über den Klappen fand sich an der hinteren Aortawand eine quer gelagerte 1″ 5‴ lange, von oben nach abwärts 5‴ betragende, bei 6‴ tiefe Ausbuchtung (*a*), unten begränzt von einer sie zum Theile bergenden über 3‴ hoch abstehenden Leiste, oben von einem zackigen, zum Theil leistenartig freien Rande. Diesen, so wie jene Leiste bildete die Ringfaserhaut, überzogen von einer die ganze Ausbuchtung auskleidenden flachdrusig und gestrickt aussehenden, dabei glatten, mit der Zellhaut verwachsenen Auflagerung.

Vom oberen Rande der Ausbuchtung ist die Ringfaserhaut ab- (*b*) und noch über sie hinaus nach links hin (*c*) zerrissen, und sofort in ansehnlicher Strecke nach aufwärts von der Zellscheide losgewühlt, wobei einzelne Plättchen und Fasern der äussersten Schichte derselben an dieser letzteren haften blieben. Auch die die Ausbuchtung auskleidende Auflagerung ist von diesem Risse her hie und da auseinander gewichen.

Die Aorta misst auf der Fläche 3″ 5‴, die Klappen ziemlich normal, ihre Sinus, besonders der linke sammt dem Ostium der Coronaria sehr erweitert. Eine die Aorta überhaupt bekleidende sehr mässige Auflagerung, besonders um die Ostien der Coronariae dicker.

41. Beobachtung. — Taf. XXI.

Geheilter Riss im Bogen der Aorta mit aneurysmatischer Ausbuchtung. — Pericarditis, Bronchialblennorhoë (Divertikel des Pericardiums).

Die Section einer 68 Jahre alten Taglöhnerin, welche im allgemeinen Krankenhause einige Tage in einem Zustande von Marasmus und Fieber zubrachte und am 6. April 1851 starb, ergab:

Der Körper abgemagert.

Die Lungen grösstentheils angeheftet, ödematös, in beiden Ober- und dem rechten mittleren Lappen von vielem, zahlreiche zum Theile verkreidete Tuberkel einschliessenden schwieligen Gewebe durchsetzt. Die. Bronchien derselben erweitert, in ihrer Schleimhaut geschwellt, rahmähnlichen Eiter enthaltend.

Der Herzbeutel ein Pfund flockigtrüber gelblicher Flüssigkeit enthaltend, sammt dem Herzen von einer areolirten filzigen Exsudation bekleidet; rechts am Aortenstamme ein mit einem über 1″ Durchmesser haltenden Halse aufsitzendes hühnereigrosses Divertikel (*a*). Das Herz schlaff, in seinem Fleische schmutzig-braun, morsch, in seinen Höhlen geronnene Fibrin und flüssiges Blut.

Die Aorta erweitert, innen mit ziemlich zahlreichen Inseln meist verknöcherter Auflagerung besetzt. Im Bogen derselben eine von gestrickt aussehender Blutgerinnung ausgefüllte Ausbuchtung der Zellscheide, welche unten von einem durch die Ringfaserhaut gebildeten steilen Rande (*b*), oben aber von einer durch die Ringfaserhaut gebildeten, schwach vorspringenden flach rundlichen Leiste (*c*) begrenzt war. Die Ränder des hiemit dargestellten queren Risses der Ringfaserhaut standen auf 2″ und darüber aus einander, und waren von Auflagerung bekleidet, wie die ganze Ausbuchtung selbst, wo sie stellenweise nächst dem Rissrande der Ringfaserhaut auch Knochenplatten (*d*) zeigte. In die Quere ging die Ausbuchtung so herum, dass sie einerseits (hinten) mit einer Fissur der Ringfaserhaut spitzwinklig in das Ostium der Art. subclav. sin. reichte (*e*), andererseits (vorne) dagegen schwach bogenförmig, jedoch mit mehrfachen Einkerbungen begrenzt, ganz nahe an den Ostien der drei Aeste des Aortabogens endigte, so, dass die zwischen diesen ihren beiden Enden liegende der convexen Wand des Aortabogens angehörige Brücke nur schmal war, und namentlich nächst dem Ostium der Art. subclav. sin. nur etwa 3‴ betrug (*g*).

Das Bauchfell mit einem von zahlreichen grauen Tuberkeln durchwebten Zellgewebsstratum bekleidet und die Gedärme mittelst desselben grösstentheils unter einander verwachsen. Die Darmhäute gewulstet. Leber talghältig.

42. Beobachtung. — Taf. XXII.

Längenriss in der aufsteigenden Aorta.

Am 6. März 1834 wurde eine Frau von 50 Jahren — Theresia Heyden — obducirt, nachdem sie Tags vorher in der Nacht plötzlich gestorben war.

Die Leicheneröffnung ergab:

Die Leiche kräftig gebaut, ziemlich gut genährt, in den Armbügen Narben wiederholter Aderlässe.

In der Luftröhre ein graulich-weisser Schaum angesammelt.

Die Lungen dunkelroth, blutreich, mit Ausnahme des rechten unteren Lappens ödematös.

Im Herzbeutel zwei Pfund geronnenen und flüssigen Blutes. Das Herz um die Hälfte grösser, fett, schlaff, der linke Ventrikel und der Conus arteriosus des rechten erweitert; in den Herzvorhöfen und den Gefässstämmen geronnenes und flüssiges Blut.

Die aufsteigende Aorta und der Aortabogen beträchtlich erweitert, ihre Innenfläche uneben, auf ihr eine theils weissliche opake knorpelartige glatte, theils hellere gerunzelte Auflagerung von ansehnlicher Dicke; die Ostien der drei Aeste des Aortabogens verengert. Etwa 1 ½″ über den halbmondförmigen Klappen auf der concaven Wand der aufsteigenden Aorta ein gezackter rechtwinkeliger Riss in der (erkrankten) inneren und mittleren Arterienhaut, der mit seinem 1″ 5‴ langen Hauptschenkel gerade in den Bogen der Aorta heraufstieg, mit dem anderen um die Hälfte kürzeren aber auf der hinteren Aortawand verlief (*a*). Aus dem dergestalt gebildeten rechten Winkel blätterte sich ein aus der inneren und der halben Dicke der mittleren Haut bestehender rechtwinkeliger Lappen ab und von hier ausgehend war im ganzen Umfange der aufsteigenden Aorta, bis auf einen schmalen Streifen an deren Concavität, die Zellhaut mit der äusseren Lage der mittleren Haut abgeschält, und zwischen diesen zwei Blättern geronnenes Blut eingesackt (*b*). Das äussere Blatt war rückwärts hinter der absteigenden Hohlvene in der Länge von mehr als ½″ von oben nach abwärts sammt dem anliegenden Blatte des Herzbeutels — somit in die Höhle dieses letzteren — geborsten.

An der Aorta war die Zellscheide von gewöhnlicher Dicke, aber schwielig dicht und hing innig der gelben Haut an; am Truncus anonymus (*c*) und noch mehr an der subcl. dext. (*d*) war sie ungewöhnlich, beinahe 1‴ dick, in eine weissliche sehr dichte und derbe speckig fibröse Schichte verwandelt, und mit der gelben Arterienhaut gleichsam verschmolzen. Weniger dick bei ähnlicher Beschaffenheit war sie an der linken Carotis und Subclavia. — Rechts neben dem Risse eine von einem gerunzelten Rande umgebene Ausbuchtung der Gefässwand (*e*).

In der Bauchhöhle enthielt die Gallenblase einen muskatnussgrossen Gallenstein, und am Fundus uteri sass ein kindskopfgrosses Fibroid mit einem dicken Stiele auf.

43. Beobachtung.

Längenriss in der aufsteigenden Aorta.

Am 28. October 1834 wurde die Leiche einer Frau von 48 Jahren — Magdalena Stricker — gerichtlich obducirt, nachdem sie Tags vorher in der Nacht plötzlich gestorben war.

Leichenöffnung:

Der Leichnam gut genährt, blass; unter dem linken Unterkieferwinkel eine eines halben Hühnereies grosse Fettgeschwulst.

Beide Lungen stellenweise zellig angeheftet, ausgedehnt, ihre Substanz in den oberen Lappen graulich-roth, in hohem Grade ödematös, in den unteren dunkelroth, blutreich. An der Spitze der rechten Lunge narbige Einziehungen und in dem tendinös verödeten Lungengewebe daselbst einzelne Kalkconcretionen.

Der Herzbeutel enthielt zwei Pfund geronnenen und flüssigen Blutes. Das Herz vergrössert, seine Kammern, besonders die linke geräumig, beide sehr dickwandig und derb.

Das der aufsteigenden Aorta und den Lungenarterienstamm einhüllende Zell- und Fettgewebe von geronnenem Blute infiltrirt. Erstere bis in den Bogen hin auf das Doppelte erweitert, ihre innere Fläche rauh und uneben von einer ungleichförmig dicken, an zahlreichen linsen- bis kreuzerstückgrossen Stellen verknöcherten Auflagerung, wobei einzelne der grösseren Knochenplatten theilweise abgelöst in den Gefässcanal herein ragten. Die mittlere (gelbe) Haut verdünnt, schmutzigbraun, mürbe, ihre äussere Schichte mit der schwielig verdichteten Zellscheide innig verwachsen. ½″ über den Klappen war die Aorta in der Concavität in ihrer inneren und mittleren (gelben) Haut der Länge nach auf 2″ zerrissen; die Zellscheide in gleicher Strecke vom Herzen an fast ringsum abgelöst und von extravasirtem Blute sackförmig ausgedehnt. Durch kleinere Risse in derselben und an dem vom Aorten- zum Lungenarterienstamme hintretenden serösen Blatte des Herzbeutels war die oben angegebene Menge Blutes in die Höhle des Herzbeutels herein getreten.

Die Aortaklappen an ihren freien Rändern unbeträchtlich verdickt.

In der Leber und zwar in der peripheren Schichte ihres rechten Lappens nächst dessen Convexität ein schwarzblauer eines halben Hühnereies grosser ausschälbarer, auf einigen grösseren Aesten der Pfortader aufsitzender Tumor von cavernösem Gewebe.

44. Beobachtung.

Längenriss in der aufsteigenden Aorta.

Bei einem am 21. December 1839 gerichtlich obducirten, plötzlich verstorbenen 51 Jahre alten Bäcker fand man die aufsteigende Aorta spindelförmig auf 2″ Durchmesser erweitert, ihre Häute verdickt, die Innenfläche höckerig uneben. Auf ihrer hinteren Wand nächst der Cava desc. ein 1″ langer, etwas schiefer, geschlängelter Längenriss in den beiden inneren Häuten, über dem die schwielige Zellscheide etwas abgelöst und in die Höhle des Herzbeutels geborsten war.

45. Beobachtung.

Krummer Riss längs der Grenze einer sackförmigen Erweiterung der aufsteigenden Aorta.

Am 12. Mai 1837 wurde die Leiche eines 73 Jahre alten Mannes, Karl Fiedler, gerichtlich obducirt, der, bei seiner Heimkehr von einem Mahle in dem Hausflur plötzlich zusammengefallen war, und, in seine Behausung gebracht, binnen kurzer Zeit verschied.

Leichenöffnung:

Die Leiche gross, ungemein fett, insbesondere der Unterleib sehr voluminös.

Im Schädel chronische seröse Ergüsse in dem Gewebe der weichen Hirnhaut und in den Hirnhöhlen. Die Arterienstämme auf der Gehirnbasis grösstentheils verknöchert.

Beide Lungen mittelst Zellgewebes angeheftet, dunkelroth, sehr blutreich, in den oberen Lappen ödematös.

Der Herzbeutel enthielt ein Pfund geronnenen Blutes und war gleich dem Herzen mit vielem Fette besetzt. Das Herz gross, dickwandig, im Fleische derb und brüchig; in seinen Höhlen so wie in den grossen Gefässen geronnenes und flüssiges Blut.

Die Aorta im ganzen Verlaufe verknöchert, die aufsteigende 1″ über den Klappen nach rechts hin im Umfange zweier Thalerstücke sackförmig erweitert. Die innere Haut und mit ihr auch die innere Schichte der mittleren war daselbst grossentheils zu einem gelbröthlichen Breie zerfallen, und beide an der beiläufig einen Kreis beschreibenden Grenze der Entartung und Erweiterung in der Strecke von etwa 2 ½″ — dem dritten Theile der Peripherie — zerrissen. Die Zellscheide des Gefässes war von hier aus weit abgelöst, suffundirt, und endlich sammt dem anliegenden serösen Blatte des Herzbeutels, gleich unterhalb dessen Herantritte an das Gefäss, in Form eines schiefen 3″ langen Spaltes in die Höhle des Herzbeutels geborsten.

In der Gallenblase ein taubeneigrosser blass-grünlicher Gallenstein.

Die Cortical-Substanz der Nieren ungleichförmig resorbirt, narbig.

46. Beobachtung. — Taf. XXIII.

Aneurysma varicosum.

Joseph Braun, 62 Jahre alt, Taglöhner, trat am 28. November 1842 in die chirurgische Klinik ein. Er gab an, im Jahre 1809 in der Schlacht bei Aspern eine Schusswunde in die linke Schulter erhalten zu haben, wobei eine Kugel und mit dieser auch Schrotkörner eingedrungen sein sollen. Die Kugel wurde entfernt, die Schrote dagegen blieben sitzen und heilten ein und der Verletzte wurde für genesen erklärt. Wiewohl er sich im Allgemeinen wohl fühlte, so hatte er doch eine krampfhafte Empfindung in den Fingerspitzen der linken Hand zurück behalten. Seit zwei Jahren erst will er eine allmähliche Volumszunahme des ganzen Armes bemerkt haben, und diese soll nur erst in Folge einer etwa vor sechs Wochen Statt gehabten Verkühlung rasch zu dem Grade zugenommen haben, dass das Volumen dieses Armes jenes des rechten um das Dreifache übertraf. Bei seiner Aufnahme im Krankenhause sah diese Anschwellung ödematös aus, erstreckte sich von den Fingerspitzen gleichmässig über den Vorder- und Oberarm bis auf die Schulter aus, der Oberarm war dabei warm, die Temperatur der Achselhöhle insbesondere erhöht; der Vorderarm dagegen und die Hand waren beinahe eiskalt, die Haut dunkelroth, an der Beugeseite des Vorderarmes blauroth, gefühllos; die Bewegungen behindert.

In der Achselhöhle fand sich eine ovale pulsirende Geschwulst von der Grösse eines Hühnereies, bei der Auscultation ein Blasen, das sich, allmählich schwächer werdend, bis zum Herzen hin vernehmen liess; Schwirren sowohl oberhalb des Schlüsselbeines, als auch in der Achselhöhle fühlbar. Die Hautvenen sehr ausgedehnt.

Am 23. December 1842 wurde die Unterbindung der Art. subclavia oberhalb des Schlüsselbeines vorgenommen.

Am 15. Tage nach der Operation (7. Jänner 1843) wurde der Ligaturfaden ausgestossen, und gleichzeitig trat eine heftige Blutung aus der Wunde ein, die sich sofort mehrere Male (im ganzen 14 Mal) ungeachtet der zweimaligen Anwendung des Glüheisens wiederholte und am 23. Tage nach der Unterbindung (15. Jänner 1843) den Tod herbeiführte.

Leichenöffnung:

Körper mittlerer Grösse, die linke Oberextremität beiläufig auf das Dreifache verdickt, die allgemeinen Decken mit dem subcutanen zu einer derben, schwieligen, infiltrirten Masse verdichteten und hypertrophirten Zellgewebe verwachsen, die Epidermis verdickt, in ansehnlichen Blättern sich ablösend. Ueber dem linken Schlüsselbeine eine schräg von Innen nach Aussen und aufwärts lagernde eiternde Wunde.

In der Tiefe dieser Wunde war die Art. subclavia in der Strecke von 12—15‴ vereitert, wobei insbesondere die obere Hälfte dieser Strecke ein ziemlich geräumiges Jauche-Cavum einnahm. In dieses ragte von oben her ein von einem zerfallenden Pfropfe verstopfter Stumpf der Arterie (*a*). In der unteren Hälfte jener Strecke fehlte zwar auch die Gefässwand,

sie war aber enger und von einem dünneren lockeren zerfallenden Pfropfe ausgefüllt. Dieser reichte an den unteren mit einem zernagten ulcerirten Rande versehenen Arterienstumpf (*b*).

In der Höhe der Insertionen des Pectoralis und latissimus dorsi und etwas über ihnen sass mit einem kanfkorngrossen Loche ein von einer gerunzelten Auflagerung ausgekleidetes Aneurysma spurium von Nussgrösse an der Art. axillaris (*c*), in der Richtung nach ein- und aufwärts. Dieses verjüngte sich in derselben Richtung trichterförmig und mündete glattwandig in Form eines ansehnlichen Canales (*d*), ohne irgend eine scharfe Begrenzung oder Einschnürung, in die Vena axillaris. Die Arterien oberhalb, die Venen unterhalb erweitert, diese mit einer gestrickt aussehenden Auflagerung bekleidet; ihre Klappen sehr gross, in welchen grosse keulenförmige zum Theile zerfallende Gerinnungen hafteten (*e*).

Die inneren Hirnhäute infiltrirt, in den erweiterten Hirnhöhlen eine halbe Unze Serums.

Die oberen Lungenlappen ödematös, die unteren dichter, ihre Bronchien von eitrigem Secrete erfüllt.

Im Herzbeutel eine Unze Serum. Das Herz gross, Endocardium und die Aortaklappen stellenweise trübe, etwas verdickt; auf der Innenfläche der Aorta eine stellenweise opake weisse Auflagerung.

Das Becken und die Kelche der linken Niere blennorrhoisch, in der Harnblase eitrig sedimentirender Harn.

Zu den Tafeln.

Tafel I.

Eine erweiterte Aorta, innen mit einer ansehnlichen dicken Auflagerung bekleidet.

a) Vorspringende, zum Theile die Gefässostien der A. desc. umfassende Inseln einer opaken bläulichweissen Auflagerung.

b) Atherom und atheromatöse Substanzverluste.

c) Verknöcherung.

d) Poren in der Auflagerung, welche zu verzweigten Blutcanälen führen.

e) Durchschnitt, welcher die Dicke der Auflagerung und die zerklüftende, fahle Ringfaserhaut und daneben Stellen zeigt, wo diese fehlt.

f) Ein mit einem Halse aufsitzendes Aneurysma, auf dessen Durchschnitte man im Halse die Duplicatur der gesammten Gefässwand α sieht; die Ringfaserhaut β hört jedoch bald auf, indem sie dünner wird und in immer kleineren Trümmern erscheint.

Tafel II.

Fig. 1. Glasartig helle Auflagerung über einer alten, stellenweise eiweissartig opaken.

Fig. 2. Die innerste Schichte einer in den tieferen Stratis von Fettmolekeln durchsetzen weissen trüben Auflagerung.

Fig. 3. Recente Auflagerung — ein zartes Balkenwerk, daneben Fettkügelchen, discret, in runden Ballen und grösseren Massen.

Fig. 4. Recente Auflagerung in Form einer glatten gefalteten grösstentheils hellen, hie und da mit zarter Molekel bestreuten Glashaut.

Fig. 5. Eine ziemlich rohe, mässig dicke, hie und da weisslichtrübe Auflagerung in Form einer streifigen gefensterten Haut.

Fig. 6. Eine der älteren Schichten unter jener sub Fig. 1.

Fig. 7. Eine tiefere Schichte einer opaken Auflagerung.

Fig. 8. Eine Schichte weisser opaker Auflagerung von einer sehr erkrankten Aorta. Zwischen den aus sehr feinen wellig gekräuselten Fibrillen bestehenden Balken sind Fettkügelchen eingestreut — unter jener sub Fig. 3.

Fig. 9. Eine Schichte opaker weisser Auflagerung — die Fibrillen mehr gestreckt.

Tafel III.

Fig. 10. Ein Maschenwerk, in mehreren Lagen über einander; die Balken aus bindegewebartigen Fibrillen bestehend — folgte auf die Schichte sub. Fig. 6.

Fig. 11. Horizontaler Abschnitt einer opaken weissen Insel um ein Gefässostium — zu sehr feinen wellig gekräuselten Fibrillen zerfallende gefensterte Membranen.

Fig. 12. Ein Maschenwerk mit sehr lang gezogenen, grossen Maschen — die oberste noch ziemlich helle, filzig aussehende Schichte einer mässigen, stellenweise zu linsenförmigen Inseln angehäuften, ziemlich opaken Auflagerung. — Die Balken des Netzes sind starr, elastisch, der Essigsäure widerstehend.

Fig. 13. Eine tiefe nahe an die Ringfaserhaut grenzende Schichte — eine aus starren elastischen Fasern bestehende gefensterte Membran.

Fig. 14. Eine mässig fahle und gelockerte Ringfaserhaut unter einer theils weissen opaken, theils verknöcherten und auch atheromatösen Auflagerung. Das Plättchen ist von zahlreichen Körnchen bestreut, welche sich in Salzsäure ohne Gasentwickelung lösten. Daneben sind Muskelfasern (*a*) frei geworden und zugleich Cholestearin-Krystalle (*b*) zugegen.

Fig. 15. Freie Muskelfasern, Trümmer und nackte Kerne derselben — aus einer sehr gelockerten Ringfaserhaut unter atheromatöser Auflagerung.

Fig. 16. Ein horizontal abgetragenes Plättchen einer auseinander gewichenen Ringfaserhaut von einer aneurysmatischen Aorta mit sehr dicker, zum Theile verknöcherter und atheromatöser Auflagerung. — Auf demselben liegen eingerollte Trümmer elastischer Lamellen.

Fig. 17. Ein Plättchen fahler Ringfaserhaut unter einer starken zum Theile verknöcherten, zum Theile atheromatösen Auflagerung. Es ist von einer Masse von Fettkügelchen und zahlreichen Pigmentklumpen (*a*) trübe.

Fig. 18. Ein Plättchen Ringfaserhaut von der äusseren Fläche des Ringfaserhaut-Rohres der Aorta der 24. Beobachtung von spontaner Zerreissung.

Tafel IV.

Aneurysma im Aortabogen von Vereiterung der Ringfaserhaut — zur 1. Beobachtung.

Tafel V.

Ein in Gleichem begründetes Aneurysma der Bauchaorta — zur 2. Beobachtung.

Tafel VI.

A. Zahlreiche Aneurysmen an der Verästelung der oberen Gekrösarterie von Zerreissung der inneren Arterienhäute.
B. Solche an einem Stücke einer Gliedmassenarterie — zur 3. Beobachtung.

Tafel VII.

Eine Reihe von Aorten - Aneurysmen zur Erläuterung der Verhältnisse bei dem mit einem Halse aufsitzenden Aneurysma. Siehe S. 20.

Fig. 1. Ein zu einem einfachen, ungleichförmig peripheren Sacke ausgedehnte Aorta desc.
Fig. 2. Ein über einem ziemlich runden Loche in der Aorta desc. mit einem Halse aufsitzendes Aneurysma.
Fig. 3. Ein in seiner oberen Hälfte mit einem Halse aufsitzendes, nach unten in die spindelförmig erweiterte Aorta ohne Abgrenzung verlaufendes Aneurysma.
Fig. 4. Ein semiperipheres von der vorderen Aortenwand abgehendes, oben und unten an derselben von einem Halse begrenztes Aneurysma.
Fig. 5. Eine Aorta desc. von oben zu einem spindelförmigen Sacke sich erweiternd, welcher unten sich an der hinteren Aortenwand herabschlägt und an ihr von einem Halse begrenzt wird.
Fig. 6. Ein peripheres oben und unten sich an das Aortenrohr anlegender, ringsum scharf abgesetzter Aneurysmasack.

Tafel VIII.

Aneurysma der aufsteigenden Aorta und des Aortabogens von einem Fibrinkuchen ausgefüllt, durch den ein Canal zu dem Ostium des Trunc. anonymus führt — zur 4. Beobachtung.

Tafel IX.

A. Eine aneurysmatische Aorta mit Verschliessung des Ostiums der Carotis sin. — zur 5. Beobachtung.
B. Eine aneurysmatische Aorta mit Verschliessung des Trunc. anonymus — zur 6. Beobachtung.

Tafel X.

Recente, plötzlich tödtende Eröffnung eines Aorten-Aneurysma in den Lungenarterienstamm — zur 7. Beobachtung.

Tafel XI.

A. Geheilte Eröffnung eines Aorten-Aneurysma in den Lungenarterienstamm — zur 8. Beobachtung.
B. Eine solche Eröffnung in de rechten Lungenarterienast mit Verschliessung des Ostiums eines accessorischen Astes des Aortabogens — zur 9. Beobachtung.

Tafel XII.

Aneurysma des Lungenarterienstammes — zur 12. Beobachtung.

Tafel XIII.

Offener Ductus Botalli. *A* zur 14. Beobachtung *B* zur 16. Beobachtung; *C* zur 18. Beobachtung.

Tafel XIV.

Verschliessung der Aorta im Bereiche der Einsenkung des arteriösen Bandes. *A* zur 19. Beobachtung; *B* zur 20. Beobachtung.

Tafel XV.

Dasselbe — zur 21. Beobachtung. 1. A. carotis; 2. A. subclavia; 3. A. Mammar. int.; 4. Trunc. thyreo-cerv.; 5. A. Vertebralis; 6. Trunc. costo-cervic.; 7. A. transv. colli.

Tafel XVI.

Recente Zerreissung der aufsteigenden Aorta — zur 22. Beobachtung.

Tafel XVII.

Recente Zerreissung der aufsteigenden Aorta — zur 23. Beobachtung.

Tafel XVIII.

A. Geheilter Riss in der aufsteigenden Aorta neben einem recenten — zur 37. Beobachtung.
B. Mit aneurysmatischer Ausbuchtung geheilter Riss in der aufsteigenden Aorta neben einem recenten — zur 40. Beobachtung.

Tafel XIX.

Geheilte vielfache Zerreissung der aufsteigenden Aorta — zur 38. Beobachtung.

Tafel XX.

Geheilte Zerreissung in der aufsteigenden Aorta neben einer recenten — zur 39. Beobachtung.

Tafel XXI.

Mit aneurysmatischer Ausbuchtung geheilter Riss im Aortabogen — zur 41. Beobachtung.

Tafel XXII.

Riss einer aneurysmatischen aufsteigenden Aorta — zur 42. Beobachtung.

Tafel XXIII.

Aneurysma varicosum der Axillar-Arterie — zur 46. Beobachtung.

Iconographia plantarum fossilium.

Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen.

Von Dr. **Franz Unger,**

wirklichem Mitgliede der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

(Vorgetragen in der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 10. Juli 1851.)

(Tafel XXIV — XLV.)

Vorwort.

Ich übergebe den Freunden der Pflanzenkunde, denen ich nicht bloss das Studium der grünenden sondern auch der in tiefen Gräbern verborgenen Pflanzen vielfach ans Herz gelegt zu haben glaube, mit der Ueberschrift Iconographia plantarum fossilium, eine Sammlung von zahlreichen fossilen Pflanzenresten in möglichst genauen Abbildungen und Beschreibungen. Form und Anlage dieses Werkes schliesst sich so genau an meine vom Jahre 1841 bis 1847 publicirte Chloris protogaea an, dass es gleichsam nur eine Fortsetzung jener paläontologischen Schrift genannt werden könnte.

Habe ich bei Herausgabe dieses letzteren Werkes mit vielen Mühsalen zu kämpfen gehabt, und habe ich darauf einen namhaften Theil meines kleinen Vermögens gewandt, so geschieht die Veröffentlichung der folgenden Blätter mit um so grösserer Beruhigung, da die grosse pecuniäre Last, die ich einst ohne Mithülfe selbst zu tragen genöthiget war, und die nur der Gedanke an den Dienst, den ich damit der Wissenschaft zu

thun glaubte, erleichterte, jetzt die hohe kaiserl. Akademie der Wissenschaften auf sich nahm, wofür ihr hier auch mein unbegrenzter Dank folgt.

Wer den Zustand der Wissenschaft, in der sich die Paläontologie der Pflanzen zu jener Zeit befand, als ich ihr einen nicht kleinen Theil meiner Kraft zu widmen anfing, mit dem vergleicht, in dem sie sich dermalen befindet, wird nicht unbillig über mich den Stab brechen, wenn ich auch dort und da geirrt, oder in meinen Forschungen nicht immer den richtigsten Weg eingeschlagen habe.

Ich denke auch von dem jetzigen Zustande dieser Wissenschaft nicht so hoch, dass ich nicht dafür halten sollte, dass alle meine und die Bemühungen Anderer noch eine geraume Zeit wenig Sicheres und über blosse Muthmassungen Erhabenes darbieten werden. Auch diese Bilder, die ich hier als treue Darstellungen nach der Natur gebe, und die ich nur auf eine passende und leicht zu überblickende Weise zusammenstellte, halte ich zum grossen Theile für solche a e n i g m a t a b o t a n i c a, die ich in dem beifolgenden Texte nur zum Theile gelöst zu haben glaube.

Desshalb halte ich es auch für eine überflüssige Mühe, mich über Deutung solcher räthselhafter Pflanzentheile mit Andern in Streit einzulassen, oder meine Ansichten gegen anders Denkende in Schutz zu nehmen und festhalten zu wollen. Man kann nicht bloss über Dinge der Art, sondern über die Gesammtheit unserer Wahrnehmungen durch die Art der Beleuchtung, welche man ihnen gibt, nicht schwer eine ganz fremde Auffassung veranlassen, ob dieselbe aber dadurch vom Truge minder frei, sicherer und bestimmter wird, ist die Frage, ja die Erfahrung zeigt nur zu oft, dass nicht immer ein wahrer Fortschritt der Erkenntniss damit verbunden ist.

Nichts ist oft augenfälliger als der Irrthum und das Fehlen, aber nichts ist zugleich so schwierig, als etwas Besseres und Bleibenderes an dessen Stelle zu setzen. Diese Worte mögen weniger zu meinem Schutze vor fremden Angriffen gesagt sein, als zur wohlmeinenden Warnung, mit unbezweifelten und massgebenden Urtheilen nicht so rasch bei der Hand sein zu wollen, um nicht früher oder später mit Leidwesen zu erfahren, dass dieselben unhaltbar und gleich Nebelbildern in Dunst zerrinnen. Solchen d i s s o l v i n g v i e w s ist aber die sich überschätzende jugendliche Kraft mehr ausgesetzt, als die rücksichtsvolle Bedachtsamkeit, die ihren Worten nie mehr bindende Kraft beilegen wird, als sie verdienen.

Ueber die Einrichtung des Werkes, wovon hier nur ein kleiner Theil erscheint, erlaube ich mir Folgendes anzugeben. Der Text bezieht sich ausschliesslich nur auf die beigegebenen Tafeln, ist also ganz speciell und wird auch in der Art fortgesetzt, so lange die zu beschreibenden Abbildungen seiner bedürfen.

Die Reihenfolge der Abbildungen ist hier nicht so wie in der C h l o r i s p r o t o g a e a frei und ungezwungen, sondern streng nach der systematischen Aufeinanderfolge der Pflanzenfamilien gehandhabt worden, was um so leichter erreicht werden konnte, als die dargestellten Gegenstände das gesammte vorräthige Material darstellen, welches ich durch eine Reihe von Jahren grösstentheils selbst mühsam zusammengebracht und in den Sammlungen des Joanneums in Grätz aufgestellt habe, meine dermalige Lage aber neue Sammlungen zu machen mir nicht gestattet. Es wird somit in diesem Werke der Rest jener fossilen Pflanzen beschrieben, die ich seit der Herausgabe meiner C h l o r i s p r o t o g a e a neuerdings aufgefunden habe, oder die mir durch Freunde der Wissen-

schaft zugekommen sind. Von dem grössten Theile derselben gab ich zwar schon in meinen „Genera et species plantarum fossilium, Vindobonae 1850" kurze Diagnosen, allein die nöthige grössere Deutlichkeit zur Unterscheidung und Bestimmung der fossilen Pflanzen erheischte dringlich ausführlichere Beschreibungen und noch mehr als das — naturgetreue Abbildungen.

Was endlich diese letzteren betrifft, so sind sie durchaus aus meiner eigenen Hand hervorgegangen, wenigstens den wesentlichsten Theilen nach, und erst die Ausführung ist den Künstlern überlassen worden. Um die möglichste Richtigkeit der Umrisse und der Nervatur blattartiger und anderer Pflanzentheile zu erzielen, habe ich durchaus einen für diese Zwecke eigens eingerichteten Pantographen benützt, wodurch gerade der schwierigste Theil der Arbeit nicht nur sehr erleichtert, sondern auch ungemein beschleuniget wurde. Nur wer Zeit und Kräfte genug und Geld beim Fenster hinauszuwerfen hat, wird ein Mittel verschmähen, in das sich auch der Bornirteste bald einzuüben im Stande ist und das, wie mich hundertfältige Erfahrung lehrte, in Bezug auf Treue der Umrisse selbst dem geübtesten Zeichner und sichersten Darsteller noch immer weit hinter sich lässt.

Ueberdies nöthigen mich die in Farbendruck ausgeführten Tafeln noch zu einigen Bemerkungen, die ich am Eingange dieser Schrift um so weniger unterdrücken kann, als sie in bester Absicht und zur Förderung der Sache gesagt sein sollen.

Sowohl die Uebertragung der Originalzeichnungen auf Stein als der Druck lässt ungeachtet des sichtlich darauf verwendeten Fleisses dennoch manches zu wünschen übrig. Der Grund davon liegt darin, dass die Künstler, welche dergleiche Gegenstände auszuführen haben, fast niemals mit denselben vertraut sind, ja in den allermeisten Fällen nicht einmal wissen, was sie darzustellen haben. Aber nur der, welcher den Gegenstand kennt, wird allein ihn richtig wieder zu geben vermögen, vorausgesetzt, dass er die nöthige technische Fertigkeit besitzt.

Wollen wir daher gelungene Bilder von naturwissenschaftlichen Gegenständen erhalten, so müssen wir sie nur solchen Künstlern anvertrauen, die sich die nöthigen wissenschaftlichen Vorkenntnisse dazu erworben haben, eine Eigenschaft, die man leider bei den meisten vergebens suchen wird.

Im vorliegenden Falle, wo es sich um Darstellung vegetabilischer Reste handelt, ist das Studium derselben, insbesonders der Blattformen und ihres Ausdruckes, so wie der Anatomie der Pflanzen als Propedeutik für den Künstler, der etwas Ausgezeichnetes liefern will, unerlässlich, und das Ungenügende, das hie und da in den Tafeln ersichtlich wird, ist ohne weiters mehr dem Mangel solcher Vorstudien als der Technik selbst beizumessen.

Mit dieser ersten Lieferung, welche hier in den Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften erscheint und einen Theil derselben ausmacht, soll bald eine zweite und dritte Lieferung erscheinen, mit deren Beendigung das gesammte vorräthige Material aufgearbeitet sein und in die Hände des Publikums gelangen wird.

Erst am Schlusse des speciellen, beschreibenden Theiles wird vielleicht noch Raum für einige allgemeine Folgerungen vorhanden sein, welche ich aus jenen einzelnen mitgetheilten Thatsachen mir anzuschliessen erlauben werde.

Und so hoffe ich denn mit dem Schlusse dieser Arbeit der Paläontologie der Gewächse, die in den letzteren Jahren über ein beinahe noch einmal so umfangreiches Material als früher zu gebieten hat, wiederum ein nicht unbeträchtliches Contingent zugeführt und dadurch zugleich für die Geschichte der Pflanzenwelt einige werthvolle neue Monumente aufgeschlossen zu haben.

Möge mir der Himmel noch so viel Kraft und Ausdauer verleihen, dies mehr anzuordnende als erst auszuführende Werk zu Stande zu bringen. Gerne will ich dann die mir so lieb gewordene Pflanzenwelt der Vorzeit, in deren geisterhaftem Dunkel ich mich durch so lange Zeit mit besonderer Lust erging, verlassen, um mich für den Rest meiner Tage wieder in die Arme der lebenden, schönen, heitern Pflanzenwelt zu werfen, die allein mich ja einst für ihre untergegangenen Trümmer empfänglich machte, mich ihren Werth schätzen lehrte und für ihre Wiederauffindung und Wiedererweckung begeisterte.

Wien. Im Winter des Jahres 18⁵¹/₅₂.

F. Unger.

REGIO I. THALLOPHYTA.

Classis I. ALGAE.

Ordo I. CONFERVACEAE.

1. ***Caulerpites Eseri***, Ung.

Taf. XXIV, Fig. 1.

C. Eseri, fronde pinnata, pinnis apice decrescentibus alternis distichis approximatis, spatulato-falcatis enerviis.

In arenaceo formationis cretae ad Ober-Meiselstein Bavariae.
Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 3.

Schon vor mehreren Jahren übersendete mir Herr Finanzrath Eser in Ulm eine nicht unbedeutende Anzahl fossiler Algen zur Bestimmung, die von zwei Localitäten in Oberbaiern herrührten. Der grösste Theil derselben, acht an der Zahl, gehörten bereits bekannten Arten an, drei darunter waren neu, von welchen letzteren ich in meinen *generibus plant. foss.* Beschreibungen gab.

Die ausgezeichnetste darunter, wovon mir nur ein einziges Exemplar vorlag, ist die obbezeichnete Pflanze. Sie gehört der Gattung *Caulerpites* und zwar der Abtheilung der *Taxiformes* an. Sie stellt ein gefiedertes Laub, deren Fiedertheile von unten nach aufwärts allmählich kleiner werden, vor. Diese letzteren von keulförmiger oder spachtelförmiger Gestalt sind nach Art einer Sichel aufwärts gebogen, zweizeilig und ziemlich gedrängt, so dass sie sich beinahe berühren. An der ganzen Pflanze lässt sich keine Nervatur wahrnehmen.

Diese Pflanze bildet gleich den anderen mit ihr zugleich vorkommenden Algen, wie z. B. *Chondrites Targionii β divaricatus* und *intricatus* (man sehe Taf. XXIV, Fig. 1 links), einen ganz schwachen etwas dunkleren aber scharf begrenzten organischen Anflug auf dem grauen Kalkschiefer des Bolgen.

Die Verwandtschaft dieser Alge mit den bisher bekannten Arten von *Caulerpites*, welche sich meinen neueren Untersuchungen zu Folge auf eine bei weitem geringere Anzahl beschränken, als bisher angenommen wurde, habe ich bereits an einem andern Orte näher auseinandergesetzt:

Eine zweite Art derselben Gattung, die ich *Caulerpites Diesingi* genannt habe, lässt sich folgender Massen näher charakterisiren.

2. ***Caulerpites Diesingi***, Ung.

Taf. XXIV, Fig. 2.

C. Diesingi, fronde simplici, ramis verticillatis approximatis cylindricis, squamulis undique dense obtectis.

In calareo cretaceo montis Faehnere in Helvetia (Appenzell).
Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 8.

Diese Art von *Caulerpa* gehört zur zweiten Abtheilung, nämlich der *Sediformes* oder vielmehr der *Lycopodiiformes*. Leider ist das einzig vorhandene Exemplar nur ein Bruchstück, und lässt über die vollständige Gestalt dieser ausgezeichneten fossilen Alge viele Zweifel übrig. Die ganze Pflanze hat das Ansehen dicht über einander gestellter Wirteln von dreimal so breiten als langen, ziemlich regelmässigen Körpern, deren Oberfläche mit kleinen rundlichen Schüppchen dicht besetzt ist. Ein diese Wirteln verbindender Strang oder Achse ist nicht zu bemerken, doch kann er immerhin vorhanden und durch die sich in der Mitte fast berührenden Wirteln nur verdeckt sein.

Diese sonderbare Gestalt, die unter den lebenden Caulerpiten nicht leicht eine Enträthselung findet, wäre etwa so zu erklären, dass von einer Achse eine grosse Anzahl dicht gedrängter einfacher und verzweigter Aeste abgehen, die zusammen einen kurzen cylindrischen Wirtel bilden. Solche Wirtel, mit ihrem Rande etwas nach aufwärts gerichtet, folgen in kurzen Abständen auf einander und decken sich in der Mitte so, dass man die Achse nicht mehr sehen kann. Die Aeste des Wirtels sind überdies noch mit blasenförmigen Anhängseln nach Art der *Caulerpa clavifera* besetzt, und machen die Wirtel erst ganz zu einem dichten wie mit Schuppen besetzten Körper. Sowohl dieses als das vorhergehende Original befindet sich in der Sammlung des Herrn Finanzrathes Eser.

Ordo II. PHYCEAE.

3. *Thoreites intermedia*, Massal.

Taf. XXIV, Fig. 3.

Th. intermedia, fronde filiformi simplici flexuosissima continua, pilis brevibus crebris utrinque obsita.

Massal. Schizz., p. 22.

In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae nec non ad M. Bolca prope Veronam.

Das hier Taf. XXIV, Fig. 3, abgebildete Stück aus Radoboj in Croatien, gegenwärtig in der Sammlung des Joanneums zu Grätz, enthält drei verschiedene Pflanzen, von denen das mittlere das Fragment des Stengels einer schilfartigen Pflanze, das Convolut rechts, die in Radoboj allgemein verbreitete Alge *Cystoseirites communis*, Ung. und die Alge links die oben benannte *Thoreites intermedia* darstellt.

A. Massalongo hat in seiner Schrift: *Schizzo geognostico sulla valle del Progno o torrente d'Illasi con un saggio sopra la flora primordiale del M. Bolca, 8. Verona (G. Antonelli)* 1850 die Gattung *Thoreites* aufgestellt, darunter die schon durch Ad. Brongniart unter dem Namen *Confervites thoreaeformis* bekannt gewordene Pflanze und noch zwei neue Arten vom Monte Bolca hinzugefügt. Ob die hier abgebildete Pflanze von Radoboj, das einzige Exemplar dieser Art, was mir bisher vorgekommen ist, in der That zu Massalongo's Art *Th. intermedia* gehört, könnte mir etwas zweifelhaft sein, wenn ich nicht unter den Algen vom Monte Bolca ganz ähnliche Formen in verschiedenen Sammlungen gesehen hätte. Es ist daher zu vermuthen, dass die Radobojer Pflanze mit jener des Monte Bolca übereinstimmt. Etwas anders ist die Frage, ob unsere Pflanze nicht vielmehr den Typus einer eigenen Gattung als jener von *Thorea* ausdrückt, was jedoch für eine besondere Erörterung der Zukunft vorbehalten bleibt.

4. *Zonarites multifidus*, Sternb.

Taf. XXIV, Fig. 4, 5.

Z. multifidus, fronde membranacea dichotome-multifida laciniis linearibus magis minusve elongatis, ad bifurcationes dilatatis erectis v. patente-deflexis enerviis.

Sternb. Vers. II, p. 34. Massal. l. c. p. 34.

In schisto calcareo superiore prope Salcedo, in sedimentis M. Bolca.

Schon A. Brongniart beschrieb in seiner *Histoire des végétaux fossiles I, p. 68*, diese Pflanze unter dem Namen *Fucoides multifidus* und gab auf Taf. V, Fig. 9 und 10, Abbildungen davon. Neuerlichst hat Massalongo diese Gattung mit sieben neuen Arten bereichert, die alle in den Kalkschiefern des Monte Bolca vorkommen. Auch er erwähnt der obigen Art unter den fossilen Pflanzen dieser Localität, gibt aber keine Abbildung, dem ich durch obige Figuren 4, 5 nachzukommen suchte. Die Originalien hiezu, die mir vor Jahren Herr Prof. Meneghini mittheilte, befinden sich nun im Museum des botanischen Gartens in Padua.

5. *Cystoseirites flagelliformis*, Ung.

Taf. XXV, Fig. 1. 2.

C. flagelliformis, fronde compressa ramosa, ramis maxime elongatis subsimplicibus congestis remote spinulosis, foliis dichotomis setaceis hinc illinc vesiculiferis.

In schisto formationis tertiarae ad Thalheim Transylvaniae.

Des Raumersparnisses wegen sind hier auf einer Platte Fig. 1 und 2 abgebildet, die sich ursprünglich auf verschiedenen Stücken finden. Es ist dies eine sehr wohl erhaltene Alge, ohne Zweifel der Gattung *Cystoseirites* angehörig, obgleich die fadenförmigen Blätter nicht durchaus am Grunde in Aërocysten angeschwollen sind, wie das auch bei den dermalen lebenden

Arten der Gattung *Cystoseira* nicht immer der Fall ist. Die hier gegebene Zeichnung ist sehr genau, und nach Originalstücken in der Sammlung des Museums des botanischen Gartens in Wien von mir sorgfältig durch den Pantographen angefertigt und weiters eben so getreu von dem Künstler auf den Stein übertragen worden.

Der Auffinder dieser neuen fossilen Alge ist Herr Theodor Kotschy. Derselbe gibt von dem Orte Thalheim südöstlich von Hermannstadt, wo sich dieselbe nebst vielen anderen fossilen Pflanzen findet, folgende nähere Beschreibung. Wenn man durch Thalheim passirt ist, so setzt man über eine hölzerne Brücke des Thalflusses, lenkt in einem spitzen Winkel gegen den Fluss auf ein Haus ein, welches am Eingange des Thalgrabens steht. Den Graben, der in südlicher Richtung sich ins Hügelland zieht, verfolgend, findet man bald lose Steine, welche Pflanzenreste enthalten. Ueber dem Bergrücken gegen Osten hin lassen sich auch an den Felswänden der jenseitigen Schluchten Abdrücke von Fucoiden in Menge wahrnehmen.

6. *Cystoseirites Partschi*, Sternb.

Taf. XXV, Fig. 3, 4.

C. Partschi, fronde bipinnatim ramosa foliata, foliis linearibus patentibus vesiculiferis siliquaeformibus rostratis tortuosis, fere bipollicaribus.

Sternb. Vers. p. 35, Tab. XI, Fig. 1.

In formatione tertiaria ad Szakadat et Thalheim Transylvaniae.

Schon Sternberg gab eine Abbildung und Beschreibung dieser Pflanze von Szakadat. Die beiden auf Taf. XXV, Fig. 3 und 4 vorhandenen Abbildungen sind von Herrn Th. Kotschy in Thalheim, nördlich von Szakadat, gesammelt. Besonders die Form von Fig. 4 ähnelt der *Halydrys siliquosa* Lyngb., einer Pflanze des atlantischen so wie des nördlichen stillen Oceans so sehr, dass man an eine Identität beider Arten zu denken veranlasst werden könnte.

Ordo III. FLORIDEAE.

7. *Chondrites Targionii* γ *confertus*, Sternb.

Taf. XXV, Fig. 5.

Ch. Targionii, fronde pinnatim v. bipinnatim ramosa, ramis elongatis linearibus aequilatis obtusis angustis integris v. rarius furcatis.

γ confertus, fronde erecta dense pinnatim ramosa, ramis filiformibus inaequalibus.

Sternb. Vers. II, p. 25.

In saxo arenaceo ferruginoso ad Bignor Sussexiae, in pluribus locis tractus alpium v. ad. Voisons c. prope Genevam, in monte Bolgen prope Meiselstein Algoviae, in monte Faehnere Helvetiae nec non in calcareo ammonitifera mortium Karpatum ad Szaflary.

Eine sehr verbreitete Alge, die sowohl in England als im ganzen Alpenzuge, und wie sich aus obiger Abbildung ergibt, auch in den Karpathen angetroffen wird. Herr Louis Zeuschner, dem die geologische Kenntniss der Karpathen so viele Aufschlüsse verdankt, hat mir vor kurzem mehrere fossile Algen aus den Karpathen zur Bestimmung zugesendet. Sie stammen alle aus den Schichten des sogenannten Ammonitenkalkes, der dort zwischen dem eigentlichen Karpathensandstein gleichförmig eingelagert vorkommt. Das hier abgebildete Stück von Szaflary fand sich, wie Herr Zeuschner brieflich angab, neben *Ammonites Murchisonae*, und bestätiget also die Ansicht desselben, dass jene Lager von Ammonitenkalk, die dem Fucoiden- und Karpathensandstein untergeordnet erscheinen, keineswegs älter als die Neocomienschichten sein können.

Wir haben somit hier wieder ein Beispiel, dass eine Pflanze nicht bloss durch die Schichtenreihe einer Formation hindurchgeht, sondern dass sie auch in die nächstfolgende Formation übergeht, ein Verhalten, welches bei Wassergewächsen viel eher als bei Landpflanzen möglich ist. *Chondrites Targionii* ist, wie bekannt, nicht bloss sämmtlichen Schichten der untern Kreide eigen, sondern sie ist durch diese Entdeckung Zeuschner's nun auch dem Neocomien beizuzählen, und darum noch besonders merkwürdig, weil es die erste Pflanze ist, die wir aus dieser marinen Formation kennen.

Von neun übersendeten Stücken von Szaflary gehörten sieben der obbezeichneten Alge und zwei Stücke dem *Chondrites furcatus* Sternb, an. Die Erhaltung keiner einzigen derselben ist in diesem thonigen Kalksteine auch nur mittelmässig zu nennen. Die breiten, dunkeln, unregelmässigen Streifen, welche mit den Trümmern dieser Alge vermischt erscheinen, und wovon Fig. 5 ebenfalls einen solchen Streifen darstellt, kann ich für nichts anderes als für bündelweise Anhäufungen eben derselben und vielleicht noch anderer Algen ansehen. Eine Auflösung einer von Algen durchsetzten Partie dieses Gesteines in Chlorwasserstoffsäure hat keine vegetabilischen Elementartheile durch das Mikroskop erkennen lassen.

8. *Sphaerococcites tertiarius*, Ung.

Taf. XXIV, Fig. 6.

Sph. tertiarius, fronde plana irregulariter pinnata, segmentis dichotomis laciniato-rameis obtusis, substantia firmiore.

In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Eine bisher noch unbekannte Alge aus Radoboj von Herrn Custos Freyer gesammelt und im naturhistorischen Museum zu Laibach aufbewahrt. Es ist das einzige Exemplar, welches mir von dieser Art bekannt geworden ist.

Eine Aehnlichkeit dieser Alge mit *Sphaerococcus crispus* Agdh. (*Chondrus crispus* Lyngb.) ist nicht zu verkennen.

9. *Sphaerococcites pinnatifidus*, Ung.

Taf. XXIV, Fig. 7.

Sph. pinnatifidus, fronde plana pinnatim ramosa, ramulis oppositis approximatis linearibus obtusis aequilongis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 27.
In arenaceo formationis cretae ad Ober-Meiselstein Bavariae.

Diese Alge zeichnet sich durch einen deutlichen Stamm und durch blattartige von diesem zu beiden Seiten abgehende und in einer Ebene liegende Aeste aus. Diese letzteren sind linienförmig, fast gleich lang, stumpf, einander sehr genähert und fast entgegengesetzt. Weder in dem einen noch im unteren Theile dieser Alge bemerkt man eine Nervatur. Unstreitig war daher diese Pflanze von chartilaginöser Beschaffenheit, und möchte einer *Chondria pinnatifida* oder *Chondria obtusa*, noch mehr aber einem *Sphaerococcus corneus* nicht unähnlich gewesen sein.

Dieses Petrefact kommt auf dem gelblichgrauen kalkigen Fucoidenschiefer des Bolgen bei Ober-Meiselstein in Baiern vor, und ist mir nur in einem einzigen Exemplare von Herrn Finanzrath Eser zugesendet worden.

10. *Delesserites Bertrandi*, Sternb.

Taf. XXVI, Fig. 1, 2.

D. Bertrandi, fronde stipitata foliacea oblongo-lanceolata obtusa plana integerrima in stipitem attenuata, costa media lata venis pinnatis simplicibus.

Sternb. Vers. II, p. 33, Tab. X, Fig. 3, Tab. XXIV, Fig. 3.
In sedimentis montis Bolca prope Veronam Italiae.

Obgleich Herr Massalongo eine grosse Menge Arten von *Delesserites* aus den Schichten des Monte Bolca beschrieb, so wollen doch die hier unter Fig. 1 und 2 abgebildeten Formen, die den Originalien aus der Sammlung des Herrn Professors Dr. Meneghini entnommen sind, zu keiner Beschreibung besser passen, als zu jener, welche Graf Sternberg l. c. von *Delesserites Bertrandi* gab, auch stimmen die Abbildungen, Fig. 2, ganz genau mit jenen überein. Bis Herr Massalongo zu seiner Beschreibung nicht auch Abbildungen liefert, werden auch die Fig. 1 gegebenen Formen besser bei obgenannter als bei irgend einer anderen Art stehen. Dies ist um so gerathener, da die Diagnosen der erwähnten Arten ohnehin nicht scharf genug sind, um nicht zu vermuthen, dass sie einer Reduction unterworfen werden könnten.

11. *Delesserites Friedaui*, Ung.

Taf. XXVI, Fig. 2.

D. Friedaui, fronde stipitata foliacea oblonga plana crenato-serrata in stipitem brevem attenuata, costa media usque ad apicem (?) excurrente, venis nullis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 29.
In formatione gossaviensi ad Gams Stiriae superioris, ubi invenit cl. Dr. Fr. Eques de Friedau.

Ein Fund von Pflanzenresten aus den Gosauschichten ist immer von Wichtigkeit, da dieselben zwar reich an Thierresten aber desto ärmer an Pflanzenversteinerungen gefunden worden sind. Ich selbst habe bei Gams in Steiermark in den Sandsteinen daselbst schilfartige Pflanzenreste von bedeutender Grösse gesehen, allein dieselben waren so übel erhalten, dass man eine genaue Beschreibung durchaus nicht hätte machen können. Um so interessanter sind die hier von Franz Ritter von Friedau in einigen mehr thonigen Schichten entdeckten Pflanzenreste. Ein Theil derselben erscheint als verzweigte Stengel,

die nicht näher eruirt werden können, die anderen von blattartiger Beschaffenheit, obgleich verletzt, lassen dennoch eine Alge und zwar eine Art der Gattung *Delesserites* erkennen. Die äusserst zarte membranöse Beschaffenheit des Blattes lässt nur durch die Mitte einen schwachen Nerven wahrnehmen. Umfang und Rand sind ebenso eigenthümlich und von jeder bisher bekannten Form abweichend. Möge der Entdecker dieser Pflanze, den ich mit Stolz meinen Schüler nenne, dadurch, dass ich dieselbe nach ihn benannte, eine Anerkennung seines wissenschaftlichen Strebens finden.

12. ***Delesserites pinnatus***, Ung.

Taf. XXVI, Fig. 4.

D. pinnatus, fronde stipitata membranacea pinnatifida, laciniis lato-linearibus obtusis distantibus parallelis apicem versus decrescentibus enerviis, costa media lata, venis nullis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 29.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Diese Alge ist mir zwar schon sehr lange bekannt, allein ich besass so kleine Bruchstücke davon, dass ich wohl ihren Gattungscharakter so wie auch die Unterschiede von den bisher bekannten Arten der Gattung *Delesserites* zu erkennen im Stande war, ohne jedoch eine vollständige Beschreibung derselben geben zu können. Durch die Auffindung eines besser erhaltenen Exemplares, welches Fig. 4 abgebildet ist, war ich nun im Stande, obigen Unterscheidungscharakter festzusetzen. Von der ihr zunächst verwandten fossilen Art der *Delesserites pinnatifidus* Sternb. unterscheidet sie die Grösse, Form und Abstand der Fiedertheile, so wie die Grösse und Form der ganzen Frons.

Es scheint, dass diese Pflanze zu den Seltenheiten der Flora von Radoboj gehört.

Classis II. CHARACEAE.

Ordo IV. CHARACEAE.

13. ***Chara prisca***, Ung.

Taf. XXV, Fig. 6.

Ch. prisca, caule simplici laevi compresso non incrustato verticillato, verticillis ramorum inconspicius.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 32.
In calcareo argillaceo ad Radobojum Croatiae.

Ein sehr unbedeutendes Bruchstück, das aber schon desshalb interessant ist, weil es ausser *Chara Boulleti* Alex. Braun das einzige einer in den vegetativen Theilen erhaltenen *Chara* ist. Herr Alex. Braun, der das hier abgebildete Exemplar sah, schien ebenfalls nicht zu zweifeln, dass es einer *Chara* mit einfacher Röhre (*Nitella*) angehöre. Unter den in Radoboj vorkommenden Wassergewächsen ist sie mit den *Myriophyllites*- und *Potamogeton*-Arten diejenige Pflanze, welche auf einen minderen Salzreichthum des Seewassers, wie er etwa durch Einmündungen von Flüssen hervorgebracht wird, hinweiset.

14. ***Chara Sadleri***, Ung.

Taf. XXV, Fig. 7—9.

Ch. Sadleri, fructu ovali (0·50 mil. met. longo, 0·37 mil. met. lato), valvis spiralibus a latere visis 8—9 ad conjunctionem valvarum cristam haud carinatam efficientibus.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 36.
Terra lignitum ad Brennberg prope Oedenburgum Hungariae.

Die hier abgebildeten Früchte einer bisher noch unbeschriebenen *Chara*-Art wurden mir vor einigen Jahren von Herrn Professor Sadler in Pesth mitgetheilt. Sie rührten von einem eben im Abbaue begriffenen Braunkohlenflötze in der Nähe von Oedenburg in Ungarn her, ohne dass mir etwas Näheres über das Lager, in dem sie vorkommen, bekannt wurd e.

Gleichzeitig waren bei dieser Sendung fossiler Pflanzenreste auch Stengelfragmente einer anderen *Chara*, die deutlich ausser dem mittleren grossen Schlauche noch eine aus einer Reihe grösserer und kleinerer Röhren gebildete Rinde zeigten. Eine etwas genauere Beschreibung derselben war jedoch wegen der Unvollkommenheit des Materiales nicht wohl möglich, wesshalb ich mich begnüge bloss auf diese bei Ofen in Ungarn vorkommende *Chara*-Art hinzuweisen.

15. ***Chara Meriani*, Alex. Braun.**

Taf. XXV, Fig. 10—12.

Ch. Meriani, fructu oblongo-obovato (1·05—1·25 mil. met. longo, 0·90—1·10 mil. met. lato), valvis spiralibus subconvexis, interdum planis, rarius concavis a latere visis 9—10, apice planis v. depressis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 34.

Frequens in pluribus locis magniducatis Badensis nec non ad Sagor Carnioliae.

Diese von Alex. Braun an vielen Orten Badens und der angrenzenden Schweiz gefundene fossile *Chara*-Art ist auch von mir in der Nähe von Sagor, wo sich mächtige Braunkohlenflötze befinden, entdeckt worden.

Die Pflanzen, welche obigen Abbildungen zum Grunde liegen, rühren von der letztgenannten Localität her. Um ihr Vorkommen näher zu bezeichnen, führe ich nur an, dass sie in einem weissen kreideartigen Kalkmergel, der nicht unbedeutende Schichten bildet, vorkommen, und denselben so häufig durchsetzen, dass stellenweise auf jede Quadratlinie wenigstens Eine Charafrucht zu liegen kommt. Ob dieser Kalkmergel das Kohlenflötz bedeckt oder das Liegende bildet, kann ich nicht mit Sicherheit angeben. Uebrigens enthält eben dieser Kalkmergel, welcher so reich an diesen Charenresten ist, weiters keine vegetabilische Einschlüsse, die andern Orts bei Sagor jedoch sehr reichlich erscheinen.

REGIO II. CHORMOPHYTA.

Sectio I. Acrobrya.

Classis III. MUSCI.

Ordo V. MUSCI.

16. ***Muscites Schimperi*, Ung.**

Taf. XXVII, Fig. 1, 2.

M. Schimperi, caule filiformi erecto vage ramoso, foliis confertis ovato lanceolatis subulatis, basi obsolete binerviis patenti divergentibus.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 42.

In schisto calcareo argillaceo ad Parschlug Stiriae.

Bisher sind Abdrücke vorweltlicher Moose auf Thonschiefer, Mergel u. s. w. noch immer eine grosse Seltenheit. Mit Ausnahme von ***Muscites Tournalii*** Brongn. und ***Muscites (Hypnum?) oeningensis*** Alex. Braun dürften die übrigen für Moose ausgegebenen Abdrücke eher Coniferen als diesen angehören. Ich war daher sehr freudig überrascht, unter den Blätterabdrücken von Parschlug auch ein Moos, wenngleich im fragmentarischen Zustande, aufzufinden. Es ist das Taf. XXVII, Fig. 1, abgebildet, von welchem der am besten conservirte Ast links vergrössert in der Fig. 2 wieder gegeben ist. Ohne Zweifel ist es ein pleurocarpisches Moos, und, sollte ich mich nicht sehr täuschen, dem *Hypnum stellatum* (Taf. XXVII *a*) sehr ähnlich. Ich widme diese fossile Pflanze dem grossen Moosforscher W. Schimper, meinem sehr werthen Freunde.

17. ***Muscites fontinaloides*, Ung.**

Taf. XXVII, Fig. 3, 4.

M. fontinaloides, caule filiformi ramoso; foliatione laxa tristicha (?) foliis remotis ovato-acuminatis integerrimis carinatis, caule superne ramisque defoliatis.

In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Ebenfalls ein kleiner Theil eines höchst wahrscheinlich sehr ästigen Mooses. Am unteren Ende des Stammes erkennt man deutlich die zarten Blätter, welche denselben locker bedecken, aber an seinem oberen Ende fehlen sie ebenso wie an den drei dort entspringenden Aesten. Indess verrathen einige Eindrücke auch an diesen Stellen das frühere Vorhandensein derselben.

Abgesehen von der eiförmig zugespitzten Form der Blätter, an denen keine Rippe wahrgenommen werden kann, fällt die Dicke des Stengels ganz besonders auf, der wohl nur wenigen Moosen in der Art zukommt. Dieser Umstand, so wie die Art seiner Verästelung sprechen ebenfalls sehr für ein pleurocarpisches Moos; die Form und Stellung der Blätter, so wie das

Fehlen derselben an dem oberen Theile und an den Aesten lassen eine grosse Aehnlichkeit mit der Gattung ***Fontinalis*** erkennen, und vergleicht man die bekannten Arten damit, so wird man von der Uebereinstimmung mit halb beblätterten, halb nackten Zweigen der ***Fontinalis antipyretica*** überrascht. Die beigefügte vergrösserte Abbildung Taf. XXVII, Fig. 4, mag das Gesagte unterstützen.

Jedenfalls möchte dieser Fund zur Unterstützung der Ansicht dienen, dass die Ablagerung von Parschlug in einem Süsswasser-Becken stattfand. (Man vergleiche hierüber noch „Ein Fischrest in den tertiären Ablagerungen von Parschlug," Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften m. n. Cl. 1851, Bd. VII, p. 157.) Das neben dem Moosreste befindliche Blättchen ist *Ilex stenophylla*, so wie die nadelförmigen Reste einer *Pinus*-Art angehören.

18. ***Muscites hypnoides***, Ung.

Taf. XXVII, Fig. 5.

M. hypnoides, caule filiformi ramoso, foliatione laxa, foliis —

In schisto margaceo ad Fonsdorf.

Es war erst Ende Juli des Jahres 1851, als ich mit einer Sendung von Pflanzenabdrücken aus Fonsdorf bei Judenburg in Steiermark durch Herrn Franz Mitschner das hier Taf. XXVII, Fig. 5, abgebildete Stück erhielt, auf welchem, wenn auch undeutlich, so doch ohne allen Zweifel und zwar in der Mitte desselben ein fossiles Moos erscheint. Es sind mehrere neben und über einander liegende, fadenförmige, einfache und nur gegen die Spitze zu verzweigte Stämmchen mit ganz undeutlichen äusserst zarten Blattansätzen. Die Tracht dieses Fossiles, denn mehr ist kaum zu entnehmen, erinnert sehr an mehrere zarte, schlanke *Hypnum*-Arten, wie z. B. an *Hypnum riparioides* Hedw. Das unterhalb der Moosgruppe befindliche Blattfragment ist ein breites linienförmiges Blatt mit Luftgängen, und lässt Vergleichungen mit *Typha, Sparganium* u. s. w. zu.

Classis IV. FILICES.

Ordo VI. PECOPTERIDEAE.

19. ***Woodwardites Rössneranus***, Ung.

Taf. XXVII, Fig. 6—8.

W. Rössneranus, fronde profunde pinnatifida, laciniis patentibus alternis lanceolato-oblongis serrulatis, nervis subtus elevatis ramosis reticulatis, nervulis parallelis simplicibus v. furcatis, soris. . . (?).

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 143.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Ich habe von diesem Farnkraute schon in meiner *Chloris protogaea* Tab. XXXVII, Fig. 4, eine Abbildung gegeben, doch ist das dort abgebildete Fragment äusserst unvollständig. Später erhielt ich durch die Güte des Herrn Bergverwalters Rössner neuerdings drei dieser Pflanzenart angehörige Exemplare, wovon Fig. 8 die Spitze, Fig. 6 und 7 den mittleren Theil enthält. Ueber die Verwandtschaft dieses Farnkrautes verweise ich auf das am angeführten Orte p. 123 Angegebene.

20. ***Aspidium Lethaeum***, Ung.

Taf. XXVII, Fig. 9, 10.

A. Lethaeum, fronde bipinnatifida, pinnis lanceolatis acuminatis (?) inciso-pinnatifidis, laciniis lanceolatis obliquis abtusis tenuissime serrulatis, nervo medio excurrente, nervis lateralibus simplicibus.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 190.
In formatione miocenica ad Kainberg Stiriae.

Dieses kleine Fragment eines wahrscheinlich doppelt fiederspaltigen Farnwedels wurde von Herrn A. v. Morlot in Miocenschichten bei Kainberg, welche noch andere interessante fossile Pflanzen enthalten, entdeckt. Wenn auch dieser Pflanzenrest unbedeutend zu sein scheint, so ist doch die an Farn so wenig reiche Miocenflora dadurch um ein Glied wieder vermehrt worden. Als die dieser fossilen Pflanze am nächsten verwandte, lassen sich *Aspidium patens, Aspidium molle,* so wie *Aspidium Oreopteris* anführen. Die Fig. 10 beigefügte Contour-Zeichnung in zweifacher Vergrösserung ist zur Verdeutlichung des Blattrandes und der Nervatur nothwendig gewesen.

21. ***Pteris radobojana***, Ung.

Taf. XXVII, Fig. 11, 12.

P. radobojana, fronde composita rigida, pinnis oblongis, pinnulis v. lobis alternis sessilibus linearibus obtusis integerrimis, margine revolutis, nervis pinnatis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 527.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Ist erst in der letzten Zeit in Radoboj aufgefunden worden. Die kleinen Fragmente lassen ohne Zweifel auf einen vielfach zusammengesetzten Farnwedel schliessen. Dies und die nicht undeutlich erhaltene Nervatur, welche in einer Vergrösserung von 3 ½ Mal, Fig. 12, beigegeben ist, erlauben in denselben die Gattung *Pteris* zu vermuthen.

22. ***Pteris urophylla***, Ung.

Taf. XXVII, Fig. 13, 14.

P. urophylla, fronde bipinnatifida (?) pinnulis sublinearibus obtusis oppositis alternantibisque integerrimis.

In marga indurata formationis miocenicae ad Oppidum St. Floriani Stiriae.

Dieser Farnkrautrest wurde von meinem Bruder Ferdinand bei Gross-Florian aufgefunden. So klein er ist, so sind doch die Fiederlappen gut erhalten und die Nervatur daran ersichtlich. (Siehe die beigefügte 3½ malige Vergrösserung Fig. 14.) Die grosse Uebereinstimmung mit *Pteris caudata* Linn. und zwar mit den mittleren Theilen der Fiedern gegen die Spitze des Wedels ist zu auffallend, als dass sie übersehen werden könnte. Dieser Farn, unserem Adlerfarn sehr verwandt, ist in Westindien, Brasilien u. s. w. sehr gemein, und scheint also als Vorläufer des letzteren ein nicht unwichtiges Zeugniss von der höheren Temperatur dieses Erdtheiles während der Miocenperiode zu geben.

23. ***Goniopteris stiriacus***, Ad. Brong.

Taf. XXVII, Fig. 17.

G. stiriacus, fronde pinnata, pinnis linearibus elongatis serratis, nervis secundariis e nervo primario sub angulo subacuto egredientibus pinnatis, ramulis alternantibus obliquis parallelis ultra medium soriferis.

Polypodites stiriacus Ung. Chlor. prot. p. 121, t. 36, f. 1—5. Gen. et spec. plant. foss. p. 168.
Brong. Expos. p. 333.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae nec non in aliis locis.

Ich habe diese Pflanze bereits in meiner *Chloris protogaea* a. a. O. beschrieben und abgebildet, daher ich hier wenig mehr beizufügen habe, zumal da aus einem so fragmentarischen Stücke wie das Taf. XXVII, Fig. 17, abgebildete wenig Bestimmtes hervorgeht. So viel ist jedoch sicher, dass dieses in der Miocenformation Steiermarks ziemlich verbreitete Farnkraut auch in Radoboj vorkommt. Da es keinem Zweifel unterliegt, dass die fossile Pflanze der von Presl (*Tentamen Pteridographiae, Pragae 1836, p. 181*) aufgestellten Gattung *Goniopteris* angehört, so zaudere ich keinen Augenblick weiter, sie nach dem Vorgange Brongniartis *Goniopteris stiriacus* zu nennen.

Ordo VII. NEUROPTERIDEAE.

24. ***Adiantites Freyeri***, Ung.

Taf. XXVII, Fig. 15, 16.

A. Freyeri, fronde pinnatim composita, pinnulis subsessilibus ovato-rhombeis obtusis tenuisse crenulatis membranaceis, venis flabellato pinnatis pluries furcatis, costa media venis conformi, soris marginalibus punctiformibus.

In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Ein vollständig erhaltenes Fiederblättchen eines wahrscheinlich mehrfach zusammengesetzten Farnkrautes. Die deutlich erkennbaren punktförmigen Fruchthäufchen am Rande des Laubes, die Nervatur, die eigenthümliche trapezoidale Figur, so wie die zarte membranöse Beschaffenheit desselben lassen keinen Zweifel übrig, dass man es hier mit einem fossilen

Adiantum zu thun hat. Unter den lebenden Formen gleichen demselben *Adiantum obliquum Willd. Adiantum tetragonum Schrad.* besonders auffallend aber *Adiantum trapeziforme Presl*, durchaus tropische und zwar Amerika zukommende Arten.

Herr Freyer hat dieses Fig. 15 und vergrössert Fig. 16 abgebildete Exemplar, das einzige bisher bekannte, in Radoboj gefunden. Dasselbe befindet sich in der Petrefactensammlung zu Laibach unter der Numer 236.

Classis V. SELAGINES.

Ordo VIII. ISOETEAE.

25. ***Isoetites Brauni***, Ung.

Taf. XXVII, Fig. 18.

J. Brauni, cormo simplici depresso infra radicibus plurimis undique emergentibus, supra foliis liberis dense aggregatis obsesso, foliis basi latiore ascendentibus rigidiusculis lineari-subulatis 3—4 policaribus.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 225.
Isoetes lacustris fossilis Alex. Braun, neues Jahrb. 1845, p. 167.
In schisto calcareo-argillaceo ad Parschlug et Oeningen.

Ich würde aus der Taf. XXVII, Fig. 18, gegebenen Abbildung der in Parschlug aufgefundenen Pflanze kaum im Stande gewesen sein, auf das Vorhandensein eines fossilen *Isoetes* zu schliessen, wenn mir nicht eine vortreffliche Handzeichnung von Herrn Alex. Braun von einer ähnlichen in Oeningen entdeckten Pflanze zu Gebote gestanden wäre. Die Oeninger Pflanze ist so vortrefflich erhalten, dass es nicht schwer war, ihre wahre Bedeutung zu errathen, und wenn auch die Parschluger Pflanze wenig deutlicher und viel kleiner als jene erscheint, so ist dies immerhin doch genügend, um die Uebereinstimmung mit jener zu erkennen. Künftige Forschungen werden sicher noch bessere Exemplare aus Parschlug zu Tage fördern.

Sectio II. Amphibrya.

Classis VI. GLUMACEAE.

Ordo IX. GRAMINEAE.

26. ***Culmites Göpperti***, Münst.

Taf. XXVIII, Fig. 1.

C. Göpperti, rhizomate incrassato subramoso annulis approximatis notato, cicatricibus radicum subaequalibus orbicularibus irregulariter distributis, radicibus simplicibus cylindricis, fasciculis vasorum in parenchymate stricto aequabiliter distributis majoribus internis, minoribus externis.

Münst. Beitr. V, p. 103, t. 3, Fig. 1—3; t. 4, Fig. 1—3.
Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 311.
In stagnigena calce silicea ad Runam prope Graecium Stiriae.

Ein ziemlich verbreitetes Fossil, das sowohl in Böhmen (Littmitz [1]) und Ungarn als in Deutschland vorkommt, und schon von Schlotheim in seiner Petrefactenkunde beschrieben und abgebildet wurde (p. 396, t. 16, f. 5). Graf Münster hat uns zuerst in seinen oben citirten Beiträgen dieses Fossil näher kennen gelehrt und dafür auch obigen Namen vorgeschlagen. Die hier gegebene Abbildung ist von einem Stücke, welches von Rein bei Grätz herrührt, wo diese Pflanze mit andern gleich weiter unten zu beschreibende Pflanzen und mit Süsswasser-Conchylien sehr häufig in einem Kieselkalke erscheint. Dass diese Pflanze das Rhizom einer grasartigen und zwar einer mit *Arundo Donax* zunächst verwandten Pflanze ist, dürfte eine Vergleichung beider leicht ausser Zweifel stellen. Es ist daher durch diesen Pflanzenrest ziemlich wahrscheinlich gemacht, dass kieselhaltige Quellen und Wasseransammlungen der Art auch mit einer Vegetation begleitet waren, deren Theile eben den diese Quellen und Seen bewohnenden Mollusken zur Nahrung dienten.

---

[1]) Ueber den Süsswasserquarz von Littmitz von A. Reuss. (Lotos 1851, p. 49.)

27. ***Culmites anomalus***, Ad. Brong.

Taf. XXVIII, Fig. 2—4.

C. anomalus, caule simplici crassiusculo annulis approximatis vaginato, vaginis striatis denticulatis, cicatricibus orbicularibus sparsis.

Brong. Desc. géol. des envir. de Paris p. 359, t. 11, Fig. 2; Annal. du Mus. XV, p. 382, t. 23, Fig. 15; Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 311.

In stagnigena calce silicea ad Hlinik Hungariae.

Ein schönes Stück von *Culmites anomalus*, von welchem sich die Kieselmasse, in der es eingebettet war, ziemlich gut ablösen liess, fand sich in dem ehemaligen montanistischen Museum in Wien. Dasselbe ist Fig. 2, 3 abgebildet und zeigt Fig. 2 die Seitenansicht, Fig. 3 den Querdurchschnitt, woraus sich ergibt, dass es ein vollkommen cylindrischer Körper ist, welcher an der Oberfläche mit undeutlichen ringförmigen Erhabenheiten, welche querüber laufen und mit kleinen zerstreuten warzenförmigen Punkten versehen ist. Der Querschnitt lässt deutlich ersehen, dass es eben diese letzteren sind, von wo aus Adventivwurzeln abgehen und dass die ganze Structur die eines monocotylen namentlich eines grasartigen Gewächses ist. Ein anderes Exemplar, gleichfalls von dieser Localität, bot in seinem Bruche gleichsam einen Längenschnitt desselben Pflanzenrestes dar. Fig. 4. Hieraus wird aber ersichtlich, dass den ringförmigen Erhabenheiten Querscheidewände eines sonst hohlen Körpers entsprechen, was zusammen genommen ebenfalls wieder mit dem Baue des Rhizoms einer grasartigen Pflanze übereinstimmt. Die neben dem Mittelstücke *a* neben liegenden schmäleren Stücke *b* und *c* scheinen Aeste des ersteren zu sein, die parallel mit demselben verlaufen. Ein Weiteres konnte man in der diese organischen Körper umgebenden Gesteinsmasse nicht erkennen. Uebrigens dürfte es nicht unwahrscheinlich sein, dass dieses Fossil mit dem vorherbeschriebenen zu einem und demselben Pflanzenreste gehört.

Ordo X. CYPERACEAE.

28. ***Cyperites tertiarius***, Ung.

Taf. XXVIII, Fig. 5.

C. tertiarius, foliis linearibus duas lineas latis, nervo medio carinato nervis reliquis tenerrimis vix dignoscendis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 313.

In schisto margaceo formationis miocenicae ad Parschlug Stiriae.

Die Gattung *Cyperites* wurde von Lindley und Hutton zur Bezeichnung grasartiger Blätter der Steinkohlen-Formation eingeführt. Da dergleichen Blätter namentlich solcher, welche man bei *Cyperaceen* antrifft, nicht selten auch in den Tertiärschichten vorkommen, so habe ich diesen Ausdruck auch zur Benennung dieser verwendet. Ein Beispiel liefert das in Taf. XXVIII, Fig. 5, abgebildete Blatt, welches mit einem Blatte von *Carex acuta* grosse Uebereinstimmung zeigt. Auch in Oeningen, einer rücksichtlich der Pflanzeneinschlüsse, den Schichten von Parschlug fast ganz übereinstimmenden Localität, hat Alex. Braun drei *Cyperites*-Arten erkannt, und sie mit den Namen *Cyperites latior*, *C. angustior* und *C. angustissimus* bezeichnet, und hielt ebenfalls dafür, dass sie der jetzt vorhandenen Gattung *Carex* angehören dürften. (Uebersicht der Versteinerungen des Grossherzogthums Baaden von E. Stitzenberger.)

Classis VII. FLUVIALES.

Ordo XI. NAJADEAE.

29. ***Zosterites Kotschyi***, Ung.

Taf. XXIX, Fig. 1.

Z. Kotschyi, foliis lato-linearibus obtusis tenue membranaceis nervosis, nervis 7 aequidistantibus parallelis.

In schisto margaceo ad Thalheim in Transylvania.

Mit den oben beschriebenen Algen hat Herr Theodor Kotschy auch dieses Fossil bei Thalheim in Siebenbürgen gesammelt. Es gehört ohne Zweifel der Gattung *Zosterites* an, und unterscheidet sich durch die Grösse von allen bisher bekannten Arten derselben. Es ist nicht mehr als billig, dass diese neue, höchst ausgezeichnete Art den Namen des Entdeckers trägt.

30. *Caulinites indeterminatus*, Ung.

Taf. XXIX, Fig. 2.

C. indeterminatus, caulibus simplicibus striatis non (?) articulatis 6 mil. met. crassis parenchymatosis, cicatricibus parvis annularibus medio impressis, irregulariter distributis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 322.
Culmites (?) Desc. géol. des envir. de Paris p. 359, t. 8, f. 1, *g*.
In formatione geanthracis ad Obdach Stiriae nec non ad Lut. Parisiorum.

Das hier abgebildete Stück Taf. XXIX, Fig. 2, wurde von Herrn Ad. v. Morlot zu Obdach an der Grenze von Kärnten gesammelt. Es enthält mehrere grösstentheils unbestimmbare Blattreste, von denen das grösste Blatt wohl einer fossilen *Juglans*-Art angehören dürfte. Ausgezeichnet aber ist insbesondere ein stengelartiger Theil, welcher mit kleinen warzenförmigen Erhöhungen, die sich wie Ringe ausnehmen, unregelmässig besetzt ist. Es lässt sich dieses Pflanzenfragment wohl kaum anderswo als unter die von Ad. Brongniart aufgestellte Gattung *Caulinites* unterbringen, wo sie, bis diese Gattung einmal gehörig gesichtet sein wird, unter obigem Namen Platz finden mag.

31. *Caulinites radobojensis*, Ung.

Taf. XXIX, Fig. 3.

C. radobojensis, caulibus simplicibus v. ramosis articulatis, articulis remotis approximatisve punctis verruciformibus notatis, foliis late linearibus nervis plurimis parallelis striatis.

Ung. Chlor. prot. p. 50, t. 17, f. 2. Gen. et spec. plant. foss. p. 320.
In schisto calcareo margaceo formationis tertiariae ad Radobojum Croatiae.

Ich habe schon in meiner *Chloris protogaea* am oben angeführten Orte einige Stengelstücke dieser Pflanze abgebildet. Ein ungleich schöneres Exemplar erhielt ich später vom Herrn Bergverwalter Rössner, es ist das hier Taf. XXIX, Fig. 3, abgebildete. Leider befinden sich aber an demselben eben so wenig als an den früheren irgend eine Spur von Blättern.

32. *Ruppia pannonica*, Ung.

Taf. XXIX, Fig. 4.

R. pannonica, caule filiformi ramoso, foliis alternis lineari setaceis basi dilatato-fornicatis, vaginantibus, vaginis haud ligulatis.

Ung. Chlor. prot. p. 45, t. 15, f. 2. Gen. et spec. plant. foss. p. 322.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Obgleich ich auch diese Pflanze bereits beschrieben und abgebildet habe, kann ich doch nicht umhin, ein ausgezeichnet gut erhaltenes Fragment vom Endtheil eines Triebes herrührend, hier beizufügen. Es befindet sich unter Nr. 3, in der Sammlung zu Laibach und kann hier des Raumersparnisses wegen gar wohl auf einem Stücke mit Fig. 3 zusammengebracht werden.

33. *Potamogeton Sirenum*, Ung.

Taf. XXIX, Fig. 5.

P. Sirenum, foliis ovato-oblongis sessilibus apiculatis integerrimis plurinerviis tenuissime membranaceis, nervis 15 aequalibus aequidistantibus convergentibus.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 323.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Dieses an sich zwar kleine und unansehnliche Blatt, von welchem sowohl der Grund als die Spitze abgerissen ist, gehört nichts desto weniger zu den interessantesten Blattabdrücken von Radoboj. Es wurde erst letzter Hand von Ad. v. Morlot dort gesammelt. Mit mehreren *Potamogeton*-Arten hat es sicherlich die grösste Aehnlichkeit, wesshalb ich es auch ohne Bedenken für eine Species dieses Genus erklärte.

34. **Potamogeton Morloti**, Ung.

Taf. XXIX, Fig. 6—8.

P. Morloti, foliis lanceolatis in petiolum attenuatis apice rotundato-obtusis tri-quinquenerviis tenuissime membranaceis pellucidis integerrimis, nervis subsimplicibus convergentibus, stomatibus in epidermide e cellulis quodamodo irregularibus stipata distinctis crebris 0,013 lin. longis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 323.
In formatione miocenica ad Kainberg prope Graecium Stiriae.

Auf der Halde eines verlassenen Braunkohlenbergbaues südlich vom Schlosse Kainberg, zwischen Ebersdorf und Kumberg, 1 ½ Meile von Grätz in Steiermark entfernt, entdeckte Herr Ad. v. Morlot im Herbste 1848 unter mehreren Blätterabdrücken auch dies bisher noch unbekannte *Potamogeton*, das er mir zur Untersuchung übergab.

Schon aus der Form dieses Blattabdruckes, der, obgleich häufig, doch fast durchaus nur fragmentarisch erhalten war, ergab es sich, dass derselbe keiner holzigen Landpflanze, wie die übrigen da vorkommenden Pflanzenreste, sondern einem krautartigen Wassergewächse angehört haben mag. Die vortreffliche Erhaltung der Nervatur, und was so äusserst selten der Fall ist, sogar der Substanz des Blattes liess keinem Zweifel Raum, dass dieses fossile Wassergewächs der jetztlebenden Gattung *Potamogeton* angehört, deren zahlreiche Arten sowohl im salzigen als in süssen Gewässern beinahe über die ganze Erde verbreitet sind.

Die Blätter dieser fossilen Pflanze hatten keinen eigentlichen Blattstiel, sondern waren nur gegen die Basis hin sichtlich verschmälert, im übrigen lanzettförmig, an der Spitze sanft abgerundet, bis gegen drei Zoll lang und bis zu einem halben Zoll breit. Der Rand war ganz; in der zarten hautartigen Substanz liessen sich 3—5 einander parallele Nerven, die sich am Grunde und an der Spitze bogenförmig vereinten, wahrnehmen. Die Nerven selbst waren einander an Stärke so ziemlich gleich, fast gar nicht verzweigt, sondern nur hie und da durch einen Querast unter einander in Verbindung gebracht.

Die Blattsubstanz war, wie bemerkt, äusserst zart, und liess sich in grösseren und kleineren Stücken sogar von dem Gesteine ablösen, oder schälte sich wohl gar von selbst, wenn dasselbe ausgetrocknet war. (Taf. XXIX, Fig. 6.) Solche lose Blattstücke waren durchscheinig und liessen sich ohne weitere Präparation durch das zusammengesetzte Mikroskop sehr wohl untersuchen. In Folge dieser Untersuchung ergab es sich, dass man in der Oberhaut die ihr ursprünglich eigenthümlichen Spaltöffnungen noch recht gut unterscheiden konnte. (Taf. XXIX, Fig. 7, 8.) Sie bestanden aus zwei halbmondförmigen Zellen, welche eine längliche Spalte einschlossen und erreichten nach vorgenommenen Mikrometermessungen durchschnittlich eine Länge von 0,013 Lin.

Auch das Zellgewebe war leicht zu unterscheiden, allein die Zellen boten sammt und sonders eine solche Verschiedenheit in Grösse und Form dar, wie das bei Blättern kaum irgendwo der Fall ist, und bei den geradlinigen Wänden derselben leicht zur Vermuthung Veranlassung geben konnte, man habe es hier nicht mit der ursprünglichen, diesen Blättern zukommenden Zellformen, sondern mit secundären mehr auf mechanische Weise entstandenen Bildungen zu thun.

Sorgfältige Untersuchungen einzelner, sehr wohlerhaltener Partien, enträthselten diese Anomalie auf folgende Weise:

Bei der äusserst geringen Blattsubstanz, und bei dem Umstande, dass das Mesophyll fast ganz in eine undeutliche braune Substanz überging, so wie durch die Pressung, die das Blatt in Folge der Einbettung in die Gesteinsmasse erlitt, kam die Epidermis der Oberseite und der Unterseite des Blattes fast in eine und dieselbe Ebene zu liegen, vereinigten sich wohl gar und stellten so ein Zellgewebe dar, das an Verworrenheit theilweise den Zellen der Oberseite und der Unterseite angehört. Durch genaue Verfolgung ist man zuweilen noch im Stande, dies verworrene Zellgewebe in seine Bestandtheile auf diese Art aufzulösen, und man erhält dabei Combinationen, wie sie ungefähr die Epidermiszellen von unseren jetzt lebenden *Potamogeton*-Arten darbieten. (Vergleiche hierüber Taf. XXIX, Fig. 8 mit *c*). Auch die Grösse und Häufigkeit der Spaltöffnungen zeigt in beiden eine grosse Uebereinstimmung. (Taf. XXIX, Fig. 7 mit *a* und *b*.)

Sowohl die Form des Blattes als seine Substanz, so wie auch die Structurverhältnisse lassen keinen Zweifel übrig, dass man es hier mit einem fossilen *Potamogeton* zu thun hat, ja das Vorhandensein der Spaltöffnungen, gibt uns überdies noch einen Fingerzeig, dass diese Art in jene Gruppe gehört, deren Arten, wenn nicht ganz, doch wenigstens theilweise schwimmende Blätter haben.

Sowohl in der einen als in der andern Rücksicht, stimmt das Fossil mit keinen der lebenden Arten mehr überein, als wie mit *Potamogeton rufescens* Schrad, einer Pflanze der süssen Gewässer, sowohl der Flüsse als der stagnirenden in Sümpfen und Seen, die durch das ganze mittlere und nördliche Europa, Nord-Asien und Nord-Amerika verbreitet ist.

Aus diesem Umstande dürften wir einen doppelten Schluss ziehen, erstens, dass das Sediment, welches unsere fossile Pflanze begrub, der Bodensatz eines Süsswasser-Sees war, und zweitens, dass er seiner Beschaffenheit nach von den gegenwärtig in Mittel-Europa vorhandenen Seen nicht sehr verschieden sein könnte.

Zur Erklärung der Abbildungen füge ich noch Folgendes bei. Es stellt vor:

Fig. 6. Ein ziemlich vollständiges Blatt von *Potamogeton Morloti*, von dem bereits ein Fragment rechts unten abgerissen war.

Fig. 7. Ein abgelöstes Stück desselben schwach vergrössert, mit deutlichen Spaltöffnungen.

Fig. 8. Eine dieser Spaltöffnungen stark vergrössert.

Fig. *a*. Die Epidermis der Unterseite des Blattes von *Potamogeton natans* mit der darüber liegenden Maschen-(Luftgänge) bildenden parenchymatischen Schichte.

Fig. *b*. Die Epidermis mit den Spaltöffnungen von der Oberseite des Blattes.

Fig. *c*. Eine Spaltöffnung, stark vergrössert. Ihre Länge beträgt 0,014 Lin.

35. **Potamogeton pannonicus**, Ung.

Taf. XXIX, Fig. 9—15.

P. pannonicus, nucibus minutis (3 mil. met. longis, 2 mil. met. latis) suboblique obovatis compressis, stylo subapicali rectiusculo, dorso crassiore bicarinato, putamine osseo, ejusdem processu distincto testam seminis membranaceam excipiente.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 324.

Terra lignitum ad Brennberg prope Oedenburgum Hungariae.

Diese sehr gut erhaltenen Früchte, wurden mir von Herrn Prof. Dr. Sadler in Pesth zur Untersuchung eingeschickt. Ohne in eine weitläufige Beschreibung derselben einzugehen, verweise ich nur auf die beigefügten Abbildungen, von denen Taf. XXIX, Fig. 9 dieselben in natürlicher Grösse darstellt, Fig. 10 und 11 eine Seitenansicht in 8maliger Vergrösserung gibt; ferner Fig. 12 einen senkrechten, Fig. 13 einen horizontalen Querschnitt darbietet, letztere gleichfalls bei 8maliger Vergrösserung. Uebrigens geben Fig. 14 und 15 Profil-Zeichnung parallel mit und senkrecht auf die Achse.

Vergleicht man diese Analysen der Frucht mit der zur Vergleichung beigefügten, eben so vergrösserten Frucht von *Potamogeton perfoliatus* (Fig. *d*), so springt die grosse Aehnlichkeit beider dermassen in die Augen, dass an eine Gattungsübereinstimmung wohl nicht mehr zu zweifeln ist. Was jedoch die Species betrifft, so ist, ungeachtet die hier verglichene, unter den mir bekannten, bezüglich der Frucht noch am meisten übereinstimmt, an eine Verschiedenheit der fossilen Pflanze kaum ein Zweifel zu hegen.

36. **Potamogeton Castaliae**, Ung.

Taf. XXX, Fig. 1.

P. Castaliae, spica parva cylindrica contigua pedunculata, pedunculo pollicari aequali filiformi stricto.

In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Eine mir durch längere Zeit räthselhaft gebliebene ährenförmige Inflorescenz, bis ich darauf verfiel, die analogen Theile einiger *Potamogeton*-Arten damit zu vergleichen. Mehrere unserer kleinen und schmalblätterigen Arten, deren Aehren nicht unterbrochen sind, stimmen mit diesem Fossile ausserordentlich überein, wie z. B. *Potamogeton pusillus*, noch mehr aber kommen mit derselben in Form und Grösse der Aehre überein *Potamogeton polygonus Cham. et Schlecht.* aus Brasilien und zwei andere nordamerikanische Arten, wovon die eine noch unbestimmt ist, und bei Neu-Orleans von Drumont gesammelt und unter Nr. 382 seiner Sammlung eben so von Richel in einem Teiche zu St. Louis in Missouri gefunden, und unter Nr. 249 seiner Sammlung ausgegeben, die andere *Potamogeton amplexicaulis* ist. Was noch zu bemerken ist, ist dass die Aehre unserer fossilen Pflanzen noch ziemlich jung und wie es scheint in vollster Blüthe gewesen sein mag.

Classis VIII. SPADICIFLORAE.

Ordo XII. TYPHACEAE.

37. **Sparganium acheronticum**, Ung.

Taf. XXX, Fig. 2.

S. acheronticum, foliis lato linearibus elongatis striatis (striis longitudinalibus septis transversis interceptis) basi vaginantibus confertis, e rhizomate crasso spongioso emergentibus.

Sparganium oeningense Alx. Braun?
— latifolium Alx. Braun.
Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 327.
In schisto margaceo ad Parschlug et Oeningen.

Ueber die richtige Deutung dieses schönen Pflanzenabdruckes aus Parschlug, dürfte wohl kaum ein Zweifel erhoben werden, da daraus nicht bloss häufig die allgemeine Form der Blätter, so wie ihre von Luftgängen durchwebte Substanz, sondern auch ihre Zusammenfügung am rhizomatösen Stamme ersichtlich ist. Bei genauer Betrachtung des Petrefactes, lässt sich sogar die dreikantige Form der Blattblasen so wie die zusammengeschlagenen concaven Ränder, ganz so wie es bei *Sparganium ramosum, simplex* u. s. w. der Fall ist, erkennen.

38. *Typhaeloipum maritimum,* Ung.

Taf. XXX, Fig. 3, 4, 5.

T. maritimum, foliis lato-linearibus integerrimis striatis, striis crebris parallelis inconspicius septis transversis interceptis.

In formatione tertiaria ad Bilinum et Radobojum.

Es hält allerdings etwas schwer, aus so fragmentarischen Stücken, die nur einen kleinen Theil des Blattes darstellen, wie die Taf. XXX, Fig. 3, 4 und 5 abgebildeten Blattreste, eine sichere Bestimmung zu geben. Aus der allgemeinen Form und aus dem Baue des Blattes, der sich durch die regelmässigen, von Zwischenwänden unterbrochenen Luftgänge offenbart, lässt sich auf Blätter ähnlich jenen von *Typha* und *Sparganium* schliessen. Mehr ist wohl zur Zeit noch nicht anzugeben möglich.

39. *Typhaeloipum lacustre,* Ung.

Taf. XXX, Fig. 6—8, Tab. XXVIII, Fig. 6, 7.

T. lacustre, foliis lato-linearibus, basi conduplicatis, ductibus pneumaticis longitudinalibus istmis e cellulis stellatis formatis interceptis percursis. Stomatiis in epidermide minimis (0,0043‴ latis) copiosis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 326.
In stagnigena calce silicea ad Runam prope Graecium et ad Hlinik Hungariae.

Diese merkwürdigen Blattreste, welche ganz unbedeutende schwarze Flecken in einem weissen schiefrigen Gesteine zeigen, lernte ich zuerst bei einer geognostischen Untersuchung des kleinen Tertiärbeckens von Rein bei Grätz kennen. Es ist hier nicht der Ort, um mich über das Vorkommen und die Lagerungsverhältnisse dieses keineswegs mächtigen Gesteines auszusprechen. Genug, die in ihm enthaltenen Reste von Süsswasserconchylien, die vorher schon erwähnten und beschriebenen Reste von *Culmites Göpperti* zeigen hinlänglich seine Natur als Kieselkalk, und zwar wie wahrscheinlich als Absatz einer kieselsäurehältigen Quelle.

Die erwähnten schwarzen Flecken zeigten sich bei näherer Betrachtung ganz deutlich als verkohlte Pflanzenreste und es war die Vermuthung ganz nahe, dass dieselben vielleicht die Blattreste der oben angeführten Pflanze sein konnten. Die für die mikroskopische Untersuchung zubereiteten Gegenstände bestätigten indess keineswegs diese Vermuthung, und lehrten vielmehr, dass man es hier mit keiner *Graminee,* wohl aber mit einer *Typhacee* zu thun habe.

Am schönsten und am auffallendsten liess sich ein netzförmiges Gewebe wahrnehmen, welches in einer 160maligen Vergrössernng Taf. XXX, Fig. 6, getreu dargestellt ist. Der Pflanzenanatom wird keinen Augenblick daran zweifeln, dass er in diesem Fossilreste ein Gewebe sternförmiger Zellen vor sich hat, wobei nur die zarten auf einander stossenden Querwände der Strahlen nicht mehr sichtbar sind. Eine nebenan beigesetzte Zeichnung, Fig. *a*, könnte man füglich als restaurirte Darstellung dieses Zellgewebes betrachten, wenn dieselbe nicht eine eben so getreue Zeichnung aus der Querwand eines Luftganges vom Blatte des *Sparganium ramosum* wäre.

Wir haben also hier schon einen Vergleichungspunkt, an dem wir uns zunächst halten und von dem aus wir weiter gehen wollen.

Aus anderen in diesem Gesteine vorhandenen Pflanzentrümmern geht ohne Bedenken hervor, dass in der Pflanze, von welcher diese Trümmer abstammen, dergleichen Luftgänge in Menge vorhanden gewesen sein mussten, doch sind die mir bisher aufgestossenen Fragmente durchaus zu klein gewesen, um über die Lage und Ausdehnung derselben mehr angeben zu können, als dass sie unter sich parallel und allesammt nach der Länge des Blattes verlaufen.

Unter mehreren gelungenen Präparaten zeigt sich an einem Fragmente nicht nur eine Masse von reihenweise angehäuften dünnwandigen Zellen, sondern sogar Spaltöffnungen, Taf. XXX, Fig. 7. Dieselben erschienen ziemlich zahlreich, waren aber sehr klein, so dass der Breitendurchmesser nicht mehr als 0.0043 Linien mass. In den wenigen Lineamenten, die neben denselben hervortraten, glaube ich die Umrisse verlängerter, tafelförmiger Epidermiszellen zu erkennen. Dieser Umstand liess mich auch

eine nähere Uebereinstimmung des Fossiles mit *Typha*, wo solche Epidermiszellen vorkommen, als mit *Sparganium*, wo das nicht der Fall ist, vermuthen. Bei wiederholter Betrachtung aber möchte ich nun glauben, dass ich mich rücksichtlich der Beschaffenheit der Epidermiszellen geirrt haben könnte, und dass in dem Fossilreste eigentlich durchaus keine sicheren Anhaltspunkte für eine solche Vergleichung vorhanden seien.

Stellt man denselben dagegen mit einer Zeichnung der Epidermis von *Sparganium*, Taf. XXX, Fig. b, zusammen, so wird man von der Aehnlichkeit der Spaltöffnungen ihrer Vertheilung u. s. w. überrascht, nur sind die Spaltöffnungen von *Sparganium ramosum* fast um die Hälfte grösser (0.0064 Linien Breite und 0.0105 Linien Länge) als die der fossilen Pflanze, und das ist auch bei allen übrigen lebenden Arten mit Ausnahme des *Sparganium angustifolium* Michx, das ich nicht untersuchen konnte, der Fall. Eine dritte Zeichnung, Taf. XXX, Fig 8, endlich stellt in derselben 160maligen Vergrösserung einen Gefässbündel unseres Fossiles dar, wobei ein grosses, zierliches, einfaches Spiralgefäss besonders auffällt.

So weit waren die Untersuchungen dieser fossilen Pflanze, die mir in allen ihren Charakteren ein Mittel zwischen *Typha* und *Sparganium* einzuhalten schien, und wesshalb ich sie mit dem Gattungsnamen *Typhaeloipum* bezeichnete, gediehen, als ich durch Herrn v. Fladung einen geschliffenen dunkeln aber durchscheinigen Stein erhielt, dessen genaue Betrachtung mir dieselben Luftgänge, dieselben Zwischenwände der Luftgänge, aus sternförmigen Zellen bestehend, zeigte, der also mit einem Worte dieselben Pflanzenreste einschloss, wie sie mir in dem Kieselkalke von Rein aufstiessen.

Ohne über den Fundort dieses Gesteines Aufklärung erhalten zu haben, lässt sich jedoch mit einiger Sicherheit vermuthen, dass er aus Ungarn und zwar von Hlinik hergekommen sein dürfte.

Dieses Exemplar war indess geeignet, das über die fraglichen Pflanzenreste schwebende Dunkel noch weiter aufzuhellen. Es zeigten sich nämlich selbst in dem kleinen Stücke vollkommen gut erhaltene Blattstücke, von welchen ich einen quer durch das Blatt geführten Schnitt Taf. XXVIII, Fig. 6, in natürlicher Grösse abbildete. Er zeigt schon dem freien Auge ein zusammengefaltetes Blatt, mit zahlreichen Luftgängen durchsetzt, und vergrössert man den Rand eines solchen eingefalteten Theiles, so stellt er sich so dar, wie er Taf. XXVIII, Fig. 7, gezeichnet ist. Wenn dabei gleich Manches verwischt und undeutlich erscheint, so sieht man doch den Umfang der Blattsubstanz, die die einzelnen Luftgänge von einander trennenden Gewebspartien in die innerhalb denselben gelegenen Gefässbündel, — alles fast ganz so, wie es ein an seiner Basis quer durchschnittenes *Sparganium*-Blatt zeigt.

Es dürfte demnach aus dem Ganzen mit einiger Sicherheit der Schluss gezogen werden, dass die Pflanzenfragmente von Rein und Hlinik einer und derselben Gewächsart angehörten und dass dieselbe gewiss näher der Gattung *Sparganium* als der Gattung *Typha* stand.

Classis IX. PRINCIPES.

Ordo XIII. PALMAE.

40. *Flabellaria longirhachis*, Ung.

Taf. XXXI, Fig. 1. Taf. XXXII, Fig. 1.

F. longirhachis, foliis flabellifidis, laciniis rhachidi cylindricae ultra pedem longae tenuissime striatae insidentibus numerosis congestis linearibus (?) basi concretis induplicatis, nervis secundaris pluriimis subcortiguis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 332.
In formatione cretae ad Muthmannsdorf Austriae.

Beide Exemplare, zu deren Beschreibung sich nicht viel mehr hinzusetzen lässt, befinden sich im ehemaligen Montan-Museum, woher sie mir zur Untersuchung und Beschreibung zugemittelt wurden.

Sie scheinen mir zu den grössten fossilen Palmblättern zu gehören, und selbst jene der *Flabellaria maxima* an Länge noch zu übertreffen.

41. *Flabellaria oxyrhachis*, Ung.

Taf. XXXII, Fig. 2. 3.

F. oxyrhachis, foliis longe petiolatis flabellato-pinnatis, pinnis rhachidi ovato-lanceolatae acutae semipollicari insidentibus numerosis congestis linearibus angustis, petiolo tereti aequali.

Palmacites oxyrhachis Sternb. Vers II, p. 190, t. 42, f. 2.

Ung. in Mart. gen. palm. p. 61; gen. et spec. plant. foss. p. 330.
In formatione tertiaria ad Radobojum Croatiae nec non ad Haering Tirolis.

Beide hier abgebildeten Exemplare sind in Rodoboj gefunden worden, das eine, Fig. 2, befindet sich in der Petrefacten-Sammlung von Laibach, das andere, Fig. 3, ist im kaiserl. Hof-Naturalien-Cabinete. Diese Palmenblätter gehören immerhin zu den seltenen Vorkommnissen in Radoboj.

Sectio III. Acramphibrya.

DIVISIO I. GYMNOSPERMAE.

Classis X. CONIFERAE.

Ordo XIV. CUPRESSINEAE.

42. ***Taxodites dubius***, Sternb.

Taf. XXXIII, Fig. 1—7.

T. dubius, ramulis teretibus, foliis approximatis alternis oppositisque breviter petiolatis lineari lanceolatis planis uninerviis utrinque acutis, inferioribus triplo brevioribus lanceolatis, amentis staminigeris subglobosis plurimis in spicam terminalem dispositis, strobilis ovato-oblongis terminalibus, squamis sublignosis.

Sternb. Vers. II, p. 204. Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 351.
Phyllites dubius Sternb. Vers. I, 3. p. 37, t. 36, f. 3—4 index. (t. 25, f. 2. (?)
Taxodites pinnatus Ung. Synops. plant. foss. p. 194.
In argilla plastica et jaspode ad Bilinam Bohemiae in schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Während diese Pflanze, wie es scheint, zu den häufigsten Vorkommnissen in Bilin gehört, ist sie in Parschlug, so viel mir bekannt, bisher nur in einem einzigen kleinen Zweiglein gefunden worden. Die auf Taf. XXXIII, Fig. 1—7, abgebildeten Stücke sind alle von Bilin und befinden sich, mit Ausnahme von Fig. 2, 3 und 4, in der Sammlung des Herrn Fürsten Lobkowitz, von wo ich sie zur Untersuchung erhielt. Fig. 1—4 sind mehr oder weniger gut conservirte, beblätterte Zweige von verschiedener Entwickelungszeit derselben Pflanze; Fig. 6 und 7 Blüthenäste, von denen Fig. 6 so gut erhalten ist, dass man die einzelnen Schuppen der männlichen Kätzchen recht wohl zu unterscheiden vermag. Endlich findet sich, Fig. 5, ein Fruchtexemplar mit einem entweder halb- oder vollkommen reifen Zapfen, deren Schuppen von holzartiger Beschaffenheit sind, der aber so unvollkommen ist, dass eine nähere Beschreibung und Vergleichung vielen Schwierigkeiten unterliegt. Auf den ersten Blick möchte man eher eine *Thuja*-ähnliche Gestalt als etwas anderes wahrzunehmen glauben, es könnte jedoch ebensowohl möglich sein, dass es ein junger Zapfen von *Taxodium* wäre, dem die ganze Pflanze übrigens so nahe ist, dass man sie damit verwechseln könnte.

Der zum Vergleiche beigefügte blühende Zweig von *Taxodium distichum* Rich., Fig. 8, und ein mit reifen Zapfen besetzter, Fig. 9, derselben Pflanze mögen das Gesagte bestätigen. Leider war ich nicht im Stande, auch junge Zapfen von *Taxodium* beizufügen. Durch die Güte des Herrn Hofgärtners Rauch bin ich aber später in Stand gesetzt worden, Vergleichungen mit diesen anzustellen. Es ergab sich heraus, dass selbst die jungen Zapfen von *Taxodium distichum* bei weitem nicht so länglich sind, wie der fossile Zapfen Fig. 5, folglich an eine Gleichheit der beiden Pflanzen nicht zu denken ist. Dessen ungeachtet kann aber nicht in Abrede gestellt werden, dass das Fossil der Gattung *Taxodium* gewiss sehr nahe steht, wo nicht gar zu dieser selbst gehört.

43. ***Glyptostrobus oeningensis***, Alex. Braun.

Taf. XXXIV, Fig. 1—3.

G. oeningensis, ramis ramosissimis, ramulis elongatis fastigiatis teretibus, foliis subtri-penta-octostichis alternis squamaeformibus basi decurentibus apice acutiusculis, strobilis ovato-subglobosis e squamis arcte imbricatis quinquefariis (ordine $^2/_5$), disco limbo superiore arcuato integerrimo superiore parte crista transversa prominente uncinata partito.

Alex. Braun im würtemb. naturw. Jahreshefte 1850, p. 227. Unger in d. Sitzungsberichten der k. Akad. d. W. 1850 p. 434.
Taxodites oeningensis Endl. Synops. Conif. p. 299. Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 351.
Taxodium oeningense Ung. Chlor. prot. p. 82. Alex. Braun in Neu. Jahrb. f. Min. u. Geogn. 1845, p. 167.
Taxodium europaeum Alex. Braun Manusc.
Terra lignitum in pluribus locis v. g. ad Oeningen, Parschlug, Sagor, Salzhausen, Wetteraviae, ad Lyssem prope Bonnam ad Blumenthal prope Neisse.

Unter den fossilen Pflanzen der Braunkohlenperiode zeichnen sich zwei durch ihre grosse Verbreitung ganz besonders aus. Beide gehören den *Cupressineen* an. Die eine Art, schon vorlängst von Ad. Brongniart als *Taxodium europaeum* beschrieben und abgebildet, besitzt kleine rundliche Zapfen, deren Schuppenschilder am oberen freien Rande mit Kerben versehen sind. Die andere Art, zuerst von Alexander Braun in Oeningen entdeckt, zeichnet sich durch mehr eiförmige Zapfen mit Schuppen aus, deren Schilder, wie in der vorigen Art, zwar mit einem Nabel versehen sind, aber durchaus keine Einkerbungen besitzen. Diese letzte Art ist von mir in meiner *Chloris protogaea — Taxodium oeningense* genannt worden. Es ist diese, welche hier Fig. 1 nach einem in Bilin gesammelten Exemplare und Fig. 2 nach einem Exemplare der Schieferkohle von Salzhausen dargestellt ist.

Die Vergleichung mit einer gegenwärtig in unseren Gärten nicht mehr seltenen *Conifere*, dem *Glyptostrobus heterophyllus* Endl., wovon hier Fig. 4 ein junges Fruchtexemplar und Fig. 5 ein Zweiglein abgebildet ist, zeigt hinlänglich, dass die fossile Pflanze keineswegs der Gattung *Taxodium*, sondern ganz bestimmt der Gattung *Glyptostrobus* angehört, nur scheint sich *Taxodium europaeum (Glyptostrobus europaeus mihi)* rücksichtlich der Form der Schuppen, das *Taxodium oeningense* (*Glyptostrobus oeningensis*, Alex. Braun) hingegen mehr in Bezug auf die Form (und Grösse) des Zapfens dieser im südlichen Theil von China (Shan-tung und Kian-nung) zwischen dem 24° und 36° nördlicher Breite einheimischen baum- oder strauchartigen Pflanze zu nähern. Vergleicht man die beblätterten Zweige von *Glyptostrobus oeningensis* und *Glyptostrobus heterophyllus* mit einander (siehe Taf. XXXIV, Fig. 3 und 5 schwach vergrössert), so springt auch hierin namentlich in der Form und Anheftung der schuppenartigen Blätter und in ihrer Stellung eine grosse Uebereinstimmung in die Augen. Die Blätter von *Glyptostrobus heterophyllus*, Fig. 5, sind in dem stärkeren Theile des Zweiges nach $^{3}/_{8}$, hingegen in den zarteren Zweigen nach $^{2}/_{5}$ Div. geordnet; eben dasselbe scheint auch bei *Glyptostrobus oeningensis*, Fig. 3, der Fall zu sein. Aber noch von bei weitem grösseren Belange und noch vielmehr die Aehnlichkeiten dieser beiden Pflanzen beurkundend, ist der Umstand, dass *Glyptostrobus* periodisch in den unteren Theilen alle seine Zweige abwirft und daher bis auf die Endtheile des Stammes und der stärkeren Aeste jährlich einmal ganz kahl erscheint; und gerade das muss auch bei unserer fossilen Pflanze der Fall gewesen sein, denn sonst würden wir von demselben nicht so zahlreiche und so wohl erhaltene Zweige finden, wie das von den übrigen sonst zahlreichen fossilen *Coniferen* durchaus nicht der Fall ist. Wie die abgefallenen Blätter baumartiger Gewächse wurden daher auch die abgeworfenen Aeste dieser Pflanze ein Gegenstand möglicher Erhaltung bis auf unsere Zeiten.

Ordo XV. ABIETINEAE.

44. **Genitzia cretacea**, Endl.

Taf. XXXIV, Fig. 6.

G. cretacea, foliis quinquefarciam insertis cylindricis subdecurentibus, strobili lateralis ovati cylindrici bipollicaris spuamis lignosis ungue brevi excentico peltatis, lamina rugosa medio impressa.

Endl. Synops. Conif. p. 281. Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 353.
In formatione cretae ad Neue Welt prope Neostadtium Austriae.

Dieses interessante Fossil wurde in einer noch wenig ausgebeuteten Localität „Neue Welt" bei Wiener Neustadt gefunden. Obgleich sehr übel erhalten, zeigt es doch den für seine Bestimmung wichtigsten Theil, nämlich den Zapfen, in einem solchen Zustande, dass wenigstens die hauptsächlichsten Punkte eruirt werden können. Er ist von beinahe cylindrischer Gestalt, oben und unten abgerundet und mit einem kurzen Stiele seitlich an dem beblätterten Zweige angeheftet. Die zahlreichen Schuppen müssen, nach der Stärke der hinterlassenen Kohlensubstanz zu urtheilen, von lederartig-holziger Beschaffenheit gewesen sein. Sie waren übrigens mit einem kurzen Nagel an die starke Spindel befestiget und trugen nach aussen einen senkrechten verbreiteten Schild, der, mit Unebenheiten versehen, in der Mitte höchst wahrscheinlich vertieft oder einen nabelartigen Eindruck besass. Mehr lässt sich an dem unvollkommenen Abdruck, Taf. XXXIV, Fig. 6, nicht erkennen. Die Blätter waren fleischig, zugespitzt, etwas gekrümmt und am Zweige herablaufend. Sie scheinen denselben übrigens dicht besetzt zu haben und wenigstens nach $^{2}/_{5}$ Div. geordnet gewesen zu sein. Vergleicht man die beblätterten Zweige mit der ebenfalls fossilen *Geinitzia cretacea*, so ist eine grosse Uebereinstimmung beider nicht zu verkennen, und da von *Geinitzia* bisher noch keine Fruchtzapfen bekannt sind, so wäre dieser Fund jedenfalls von einiger Bedeutung. Es geht aber daraus hervor, dass die Gattung *Geinitzia* eher zu den *Abietineen* in die Nähe von *Artrotaxis* und *Sequoia* als in die Nähe von *Cryptomeria* und *Voltzia* zu stellen sein dürfte. Dasselbe gilt auch von der folgenden Pflanze.

45. ***Sequoia Ehrlichi***, Ung.

Taf. XXXIV, Fig. 7, 8.

S. Ehrlichi, ramis sparsis gracilibus elongatis patulis, foliis approximatis conicis incurvis subfalcatis, strobili terminalis cylindrici pollicaris squamis coriaceo lignosis brevisse unguiculatis peltatis, lamina centro umbonata.

Chamaecyparites Ehrlichi, Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 529.
In schisto bituminoso formationis tertiariae prope Hospitium ad montem Pyhrn Austriae.

Es ist dies eines der interessantesten und zugleich der besterhaltenen Stücke Taf. XXXIV, Fig. 7, die Theile einer fossilen Conifere sammt dem Fruchtzapfen enthaltend. Ich erhielt dieses Stück von Herrn Custos Ehrlich in Linz zur Bestimmung, der es bei Spital am Pyhrn in Oesterreich an der Grenze von Steiermark in einer der Tertiärformation angehörigen Schichte gefunden hat. Beim ersten Versuche, dasselbe zu bestimmen, war es sehr nahe gelegen, darin eine neue noch unbekannte Art der Gattung *Chamaecyparites* zu erkennen. Die Aehnlichkeiten mit *Chamaecyparites Hardtii* Endl. (*Cupressites taxiformis* Ung.), wie ich diese Pflanze in meiner *Chloris protogaea*, Taf. XXXII, Fig. 1 und 2, darstellte, waren sicherlich zu auffallend, als dass sie übersehen werden konnten. Indessen lernte ich später sehr schöne Fruchtexemplare von *Sequoia gigantea* Endl., Taf. XXXIV, Fig. 9 und 10 (von Hartweg in Californien gesammelt) kennen, welche keinen Zweifel liessen, dass die fossile Pflanze keine *Chamaecyparis*, sondern eine *Sequoia* ist. Wie ich indessen aus der schönen Abhandlung von Ad. Brongniart *Exposition etc.* in den *Ann. des scienc. nat. 1849, p. 330* ersehe, hat Brongniart auch (*Chamaecyparites Hardti* (Taf. 9) für eine *Sequoia* erklärt und dieselbe *Sequoites taxiformis* genannt, was nun die oben ausgesprochene Ansicht über das vorliegende Fossil bekräftigen dürfte.

Demzufolge habe ich nun einen Versuch gemacht, die *Sequoia Ehrlichi* in Fig. 8 restaurirt darzustellen, was vielleicht, mit Ausnahme der decusirten Stellung der Schuppen, des Zapfens der Wahrheit ziemlich nahe kommen mag.

46. ***Pinites Oceanines***, Ung.

Taf. XXXV, Fig. 1—4.

P. Oceanines, foliis planis linearibus acuminatis strictis pollicem longis lineam fere latis, seminum miminorum ala elongata pollicari.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 337.
Abietitis oceanicus Göpp. Monogr. d. foss. Conif. p. 208.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae, in schisto margaceo ad Oeningen.

Eine jedenfalls sehr ausgezeichnete Pinusart. Die steifen, flachen, nadelförmigen, stiellosen, am Ende scharf zugespitzten Blätter sind etwas über 1 Zoll lang und ³/₄ Linien breit. An der Basis am breitesten, verschmälern sie sich allmählich gegen die Spitze, bis wohin auch ein Mittelnerv durch das ganze Blatt verläuft. Ob der Same zu dieser Pinitesart gehört, ist eine Frage. Ich vermuthe es aber, weil sie zusammen aufgefunden worden sind, und Nadeln sowohl als Samen von Pinusarten in Parschlug selten sind.

Der Kern des Samens scheint sehr klein gewesen zu sein, dagegen breitete sich der Flügel bis auf nahe 1 Zoll in die Länge aus mit fast geradem Rücken, sanft gebogener Aussenseite und stumpfer Spitze.

Suchen wir unter den lebenden Pinusarten Analogien, so finden wir sie wieder eher in Amerika als in Asien. Darunter sind zu nennen *Pinus amabilis* Dougl. von der Westküste Amerika's, die zwar in der Gestalt der Blätter, jedoch weniger rücksichtlich der Form der Samen mit der fossilen Art übereinstimmt. Dasselbe gilt von der mexikanischen *Pinus religiosa* und der californischen *Pinus bracteata*.

Bei weitem näher als alle diese steht ihr *Pinus Douglasii* Sab., gleichfalls an der Westküste Nordamerika's und in Mexico zu Hause.

47. ***Pinites lanceolatus***, Ung.

Taf. XXXV, Fig. 5, 6.

P. lanceolatus, foliis subdistichis planis lanceolato-linearibus acutiusculis, seminum parvorum ala obovato-obtusissima membranacea.

End. Synops. Conif. p. 284. Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 357.
Abietites lanceolatus Göpp. Monogr. d. foss. Conif. p. 207.
In schisto calcareo-argillaceo ad Radobojum Croatiae.

Das Fig. 5 abgebildete Stück zeigt an den undeutlichen Früchten von *Ulmus bicornis* und einigen Bruchstücken von Blättern einen Nadelholzzweig, an welchem die 4—5 Linien langen lanzetlich-linearischen Blätter in zwei Reihen zu stehen scheinen.

Da dieser Zweig an *Pinus canadensis* erinnert, so brachte ich auch den Fig. 6 abgebildeten Samen, der ebenfalls an jene *Pinus*-Art mahnt, hieher. Derselbe ist klein und läuft in einen verkehrt eiförmigen Flügel aus, der an dem freien Ende vollkommen abgerundet ist.

48. *Pinites balsamodes*, Ung.

Taf. XXXV, Fig. 7, 8.

P. balsamodes, foliis linearibus rectis planis obtusiusculis subpollicaribus, seminum parvorum ala subrhombea basi angustata.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 357.
Abietites balsamodes Göpp. Monogr. d. foss. Conif. p. 208.
In schisto margaceo formationis miocenicae ad Parschlug Stiriae.

Dieser fossile Nadelholzsame, Fig. 7, ist durch die rhombische Figur des Flügels von allen übrigen in Parschlug vorkommenden ähnlichen Samen sehr verschieden. Der Same selbst ist sehr klein, rundlich und erreicht kaum eine Linie im Durchmesser. Diesen umgibt ein an der Basis schmaler, aber sich rasch erweiternder Flügel, der an der Spitze wie abgestutzt erscheint und daher im Ganzen eine unregelmässig rhombische Figur annimmt.

Unter allen lebenden *Pinus*-Arten ist kein Same, der diesem sowohl in der Grösse als in der Form so nahe käme, als jener von *Pinus balsamea* Lin., welcher ungefähr dieselbe Grösse und rhomische Gestalt des Flügels besitzt.

Auf diese Aehnlichkeit hin vereinige ich auch ein Nadelholzblatt von Parschlug, Fig. 8, das den Blättern von *Pinus balsamea*, wenn nicht gleich, doch wenigstens nahe kommt. Es ist beiläufig einen Zoll lang, linienförmig, aber am Ende etwas stumpflich und an der Basis nur unbedeutend verengert.

49. *Pinites Leuce*, Ung.

Taf. XXXV, Fig. 9—16.

P. Leuce, foliis linearibus tetragonis (?) rectis semipollicaribus vix lineam dimidiam latis, seminum parvorum ala obovata, margine hinc recto illinc convexo.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 358.
Piceites Leuce Göpp. Monogr. d. foss. Conif. p. 208.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Ich fasse unter dieser Bezeichnung einzeln vorkommende Samen und Nadeln zusammen. Die nadelförmigen Blätter Taf. XXXV, Fig. 16, von 4‴ Länge und ¼ Linie Breite zeigen eine längs der Mitte verlaufende, vorspringende Kante, welche es wahrscheinlich macht, dass sie vierkantig waren.

Weder eine Verschmälerung an der Basis, noch eine Krümmung ist bemerkbar. Die Samen Taf. XXXV, Fig. 9—15 erreichen sammt dem Flügel eine Länge von 4—5 Linien, und gehören im Ganzen zu den kleineren *Pinus*-Samen. Dieser letztere ist länglich oval, an einem Rande gerade, am andern zugerundet.

Sowohl Blätter als Samen passen mit den gleichnamigen Theilen von *Pinus alba* Ait. gut zusammen, wenigstens erinnern sie vor allem an diesen nordamerikanischen Nadelholzbaum. Dieser Aehnlichkeit wegen ist auch der Speciesname „*Leuce*" (λευκος-*albus*) gewählt worden.

50. *Pinites pseudostrobus*, Endl.

Taf. XXXV, Fig. 16 (bis), 17.

P. pseudostrobus, foliis quinis elongatis (25—30‴), amentis staminigeris elongato-cylindricis basi imbricatim squamosis seminum ala obliqua apice rotundata nucleum ter superante.

Endl. Synops. Conif. p. 286, Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 361.
Pinus Pseudostrobus Brong. Ann. d. scienc. nat. XV. p. 46, t. 3, f. 1, 3.
Pitys pseudostrobus Ung. Synops. p. 199.
Terra lignitum ad Armissan prope Narbonnam Galliae nec non ad Kindberg Stiriae et ad Zillingsdorf Austriae.

Schon Ad. Brongniart beschrieb diese fossile *Pinus*-Art unter obigen Speciesnamen, weil die männlichen Kätzchen sowohl als die Samen, die er aus Armissan vor sich hatte, eine grosse Aehnlichkeit mit jener der nordamerikanischen Weihmuthkiefer zeigten. Blattzweige kannte er nicht. Sie konnten aber, sollte jene Vergleichung eine feste Basis haben, nicht anders als fünfnadelig vorauszusetzen sein.

Schon vor längerer Zeit fand ich in dem wenig ausgebeuteten Lager von fossilen Pflanzen bei Kindberg im untern Mürzthale Steiermarks einen fünfnadeligen Zweig, und später erhielt ich durch Hrn. Dr. Ferstl in Wien Pflanzenabdrücke von Zillingsdorf bei Wiener Neustadt, unter welchen ähnliche Zweige nur vollständiger erhalten vorkamen. Dieselben sind hier Fig. 16 (bis) und Fig. 17 abgebildet.

Ich nehme keinen Anstand, diese Fossilien mit Brongniart's Art zu vereinigen, um so weniger als Armissan ähnliche geologische Verhältnisse darbietet, und das, was dort noch nicht gefunden wurde, vielleicht noch entdeckt werden kann.

51. *Pinites Göthanus*, Ung.

Taf. XXXV, Fig. 18—23.

P. Göthanus, foliis ternis tenuissimis ultra pollicem dimidiam longis subarcuatis, vaginis brevissimis, seminum parvorum ala angusta elongata obtusa marginibus parallelis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 361.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Eine der ausgezeichnetsten Formen unter den fossilen *Pinus*-Arten, wir mögen die Blattbüschel sowohl als die Samen in Betrachtung ziehen. Den Blättern nach gehört diese fossile Pflanze zu jener Abtheilung der *Pinus*, die man als *Taediformes* bezeichnete, allein unter allen lebenden *Pinus*-Arten dieser Abtheilung hat keine einzige Art so kurze Blätter. Diese sind, um sie näher zu bezeichnen, sehr schmal, kaum einen Zoll lang und fast gerade oder etwas weniges gebogen. Aus der sehr kurzen Scheide treten drei Nadeln, wie dies Fig. 22 zeigt, und es ist nicht zu vermuthen, dass noch eine oder mehrere in der Gesteinsmasse verborgen sind.

Zu diesen kleinen Nadeln stelle ich ebenfalls kleine, aber durch die Form der Flügel sehr ausgezeichnete Samen Fig. 18—21. Dieselben sind klein, rundlich und unbedeutend gegen den langgezogenen stumpfen, schmalen Flügeln, dessen Ränder einander parallel verlaufen.

Sehen wir uns nach Vergleichungen in der Jetztwelt um, so werden wir an *Pinus serotina*, und was die Kürze der Nadeln betrifft, an *Pinus Banksiana* allerdings einige entfernte Analogien finden; die nächste Verwandtschaft dürfte sich jedoch mit *Pinus Teocote* Cham. et Schlecht. herausstellen.

Ich widme diese Art meinem Freunde Dr. G. Göth, dem ausgezeichneten Statistiker Steiermarks, der mir überdies bei der Einsammlung der Petrefacte von Parschlug so oft seine hülfreiche Hand bot.

52. *Pinites ambiguus*, Ung.

Taf. XXXVI, Fig. 1, 2.

P. ambiguus, strobilis ovatis (?) squamarum apophysi depresse pyramidata umbone centrali, seminibus obovatis ala lineari obliquo truncata marginibus subparallelis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 361.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Von diesem fossilen Samen, Fig. 2, ist nur der Flügel erhalten, er lässt aber nicht bloss über seine Figur und Beschaffenheit keinen Zweifel übrig, sondern auch vermuthen, wie der Kern selbst, der sich von jenem früher trennte, ausgesehen haben mag. Dieser war wahrscheinlich länglich-oval und hatte am oberen breiteren Theile 3 Mil. Met. im Durchmesser. Der Flügel, der ihn hier umfing und sich bis auf einen halben Zoll mit fast geraden und parallelen Rändern ausdehnte, ist am Ende schief abgestutzt und dünnhäutig.

Dieser fossile Same hat mit dem Samen von *Pinus Teocote*, wovon Fig. *a* eine Abbildung zur Vergleichung beigefügt ist, eine solche Aehnlichkeit, dass eine Verwandtschaft mit dieser *Pinus*-Art allerdings zu vermuthen steht. Ich würde denselben jedoch gerne zu *Pinites Göthanus* gezogen haben, wenn ich durch andere mit diesem vorkommende Pflanzenreste unterstützt worden wäre; da dieses aber nicht der Fall ist, so möge diese Radobojer Pflanze einstweilen unter eigenem Namen da stehen.

Zu dieser Art bringe ich noch einen sehr unvollständigen Abdruck eines Zapfens Fig. 1, der überdies nur als kleines Bruchstück vorhanden ist. Grösse und Form der Schuppen erinnern an *Pinus Teocote*, noch mehr aber an *Pinus patula*.

53. ***Pinites rigios***, Ung.

Taf. XXXVI, Fig. 3.

P. rigios, foliis ternis bi-tripollicaribus rigidis lineam latis, vaginis elongatis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 362.
In marga indurata ad Bilinum Bohemiae.

Jedenfalls hat dieses in die Abtheilung der *Pini Tædiformes* seinen nächsten Anverwandten. Drei ziemlich breite und über 2 ½ Zoll lange Nadeln, sind durch eine, fast einen halben Zoll lange Scheide verbunden. Biegung und Richtung der Nadeln sind zufällig. Sonst sind mir von dieser Localität bisher keine Reste von Nadelhölzern dieser Abtheilung bekannt.

Unter den der fossilen Art zunächst kommenden lebenden Pflanzen lassen sich *Pinus gerardiana*, *Pinus Taeda* u. a. m. nennen; zunächst dürfte ihr aber *Pinus rigida* stehen, daher auch der entsprechende Name aus dem Griechischen (ρῖγος, *rigor*) gewählt wurde.

54. ***Pinites Taedaeformis***, Ung.

Taf. XXXVI, Fig. 4.

P. Taedaeformis, foliis ternis quatuor-quinque pollicaribus tertiam partem lineae latis tenuibus vaginis strictis elongatis.

In formatione miocenica ad Parschlug Stiriae.

Dieser wohlerhaltene Blattbüschel, bestehend aus drei langen, dünnen Nadeln, welche an der Basis von einer eng anschliessenden Scheide umgeben werden, kommt nicht in jener Schichte von Parschlug vor, welche in der Regel die schönen Pflanzenabdrücke führt, sondern in der unmittelbar darunter liegenden Schichte von grauem Schieferthon, welcher ebenfalls Pflanzenabdrücke enthält, aber meist in einer weniger gut conservirten Weise, daher ihre Aufsammlung bisher fast ganz unterlassen wurde. Zwar scheint es, dass diese die Schieferkohle unmittelbar bedeckende Schichte, welche ich in meiner Abhandlung über die fossile Flora von Parschlug (Steiermärkische Zeitschrift, neue Folge, 9. Jahrg. I. Hft.) mit Nr. 11 und 12 bezeichnet habe, dieselben Pflanzenspecies enthält, als die darauf folgende eigentlich pflanzenführende Schichte, allein eine genauere Vergleichung beider würde desshalb doch nicht überflüssig und jetzt auch um so leichter auszuführen sein, als die eine derselben nach ihrem Inhalte so ziemlich genau bekannt ist. Es ist dies eine Aufgabe für die kommende Zeit, die nicht ohne Erfolg bleiben dürfte.

Was unsere *Pinus*-Art betrifft, so lässt sie sich mit keiner der fossilen und lebenden Arten unter eine Benennung bringen, wesshalb sie auch als eigene Art aufgestellt wurde.

55. ***Pinites Mettenii***, Ung.

Taf. XXXVI, Fig. 5.

S. Mettenii. Strobili cylindrici obtusi (5—6″ long. et 2″ lat.) squamis apophysi rhombea, carina transversa, umbone centrali depresso transverse tetragono.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 362.
Inter lignitis strata ad Salzhausen Wetteraviae.

Ein bis auf die Basis sehr wohlerhaltener Zapfen aus den Braunkohlenlagern der Wetterau.

Herr Prof. Dr. Mettenius war so gefällig mir denselben, so wie mehrere andere werthvolle Pflanzenreste aus jener Localität für die wissenschaftliche Bearbeitung zu überlassen. Mit keinem Zapfen der gegenwärtig lebenden *Pinus*-Arten hat derselbe mehr Aehnlichkeit als mit dem Zapfen von *Pinus Montezumae* Lam. aus den Gebirgen Mexico's, sowohl was die Form und Grösse der Schuppen, so wie die Grösse des ganzen Zapfens betrifft. Hält man obige Vergleichung fest, so geht hervor, dass an dem fossilen Zapfen noch ein bedeutendes Stück nach unten zu fehlen dürfte. Da zwar eine Aehnlichkeit, keineswegs aber eine Gleichheit dieser beiden Zapfenformen ersichtlich ist, so glaube ich nicht zu irren, den fossilen Zapfen als eine specifisch verschiedene Art geltend zu machen, und diese nach dem Finder zu benennen.

56. ***Pinites hepios***. Ung.

Taf. XXXVI, Fig. 6—9.

P. hepios, foliis geminis praelongis tenuibus, vagina elongata, seminum parvorum ala acinaciformi.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 362.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Unter den in Parschlug vorkommenden Nadelholzblättern zeichnen sich die hier abgebildeten durch ihre Länge (die keineswegs vollständig erhalten zu sein scheint), durch ihre Dünne und Zartheit besonders aus. Es sind ihrer zwei durch eine ziemlich lange Scheide mit einander verbunden. Alles dieses erinnert sehr an Blätter von *Pinus mitis* Michx.

Verfolgen wir diese Spur auch in den da vorfindigen Samen, so müssen wir den Fig. 9 abgebildeten ohne Zweifel hieher ziehen, da unter allen ähnlichen Fossilien von Parschlug es nur diese und ähnliche sind, welche mit dem Samen von *Pinus mitis* übereinstimmen. Wenn auch hier, wie bei allen *Pinus*-Arten die Form der Flügel Abänderungen unterworfen sind, so sind doch einige Charaktere immer beständig. Unter diese gehört, dass sowohl der innere als der äussere Rand gekrümmt sind, was dem Flügel eine hakenförmige Gestalt gibt; aber eben diese Form ist es auch, die den fossilen Samen vor allem andern auszeichnet. Die Benennung *hepios* soll an die Verwandtschaft mit *mitis* erinnern.

57. *Pinites Freyeri*, Ung.

Taf. XXXVI, Fig. 10, 11.

P. Freyeri, foliis geminis brevibus rigidis, vaginis brevibus, seminum $^3/_4''$ long. ala oblonga obtusa margine antico recto, margine postico curvato.

In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Unter den von Herrn Freyer in Radoboj gesammelten Petrefacten, die mir zur Bestimmung zugesendet worden, befinden sich unter Nr. 91 und Nr. 37 zwei Stücke, die offenbar einer *Pinus*-Art angehören. Bisher wurden dieselben weder in Radoboj noch anderwärts gefunden, und da sie zusammen eingesammelt wurden, steht zu vermuthen, dass sie auch nicht fern von einander vorkamen, und daher vielleicht wohl gar zu einer und derselben Art gehören dürften.

Die Nadeln zu zweien vereiniget, waren sicherlich steif und durch eine kurze Scheide verbunden (Fig. 10). Der Same, wohlerhalten, zeigte einen gegen den Kern verhältnissmässig langen, stumpfspitzen Flügel (Fig. 11), aber beide lassen sich gar wohl mit den gleichnamigen Theilen von *Pinus inops* Soland. aus Nordamerika vergleichen.

58. *Pinites centrotos*, Ung.

Taf. XXXVII, Fig. 1—4.

P. centrotos, foliis geminis strictis, vaginis brevissimis, seminis oblongi ala semipollicari apice rotundata nucleum ter superante.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 362.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Es gehört diese *Pinus*-Art wohl sicher zu den besterhaltenen, die bisher in Parschlug gefunden worden sind, obgleich auch hier Blätter und Samen, die natürlich nur von einander getrennt erscheinen, nach Analogien vereiniget worden sind. Die Taf. XXXVII, Fig. 1, gegebene Abbildung stellt einen beblätterten Zweig dar, und obwohl die einzelnen Theile theils aufeinander gedrückt, theils verstümmelt erscheinen, so erkennt man doch, dass man es hier mit einer zweinadeligen *Pinus*-Art zu thun hat, welche in die Abtheilung der „*Pinaster*" ihre nächsten Anverwandten haben dürfte.

Die zu zweien von einer kurzen Scheide umgebenen Blätter sind steif aufrecht, erreichen eine Länge von $2^1/_2$—3 Zoll und eine Breite von einer Linie.

Diese Form von Blättern finden wir in der amerikanischen *Pinus pungens* und *Pinus variabilis* sehr täuschend wiederkehren, und es dürfte demnach wohl erlaubt sein, in unserer fossilen Art auch Samen zu vermuthen, welche den letztgenannten lebenden Arten ähnlich sind. Gehen wir auf diese Annahme weiter, so werden die Fig. 2 und 3 dargestellten Samen aus dieser Localität sich am besten mit obigen Zweigen vereinigen lassen. Diese Samen sind die grössten, welche hier vorkommen, sind länglich-oval und mit einem eben so geformten, an der Spitze abgerundeten Flügel versehen. Sie nähern sich mehr der Gestalt der Samen von *Pinus pungens*, Michx., als jenen von *Pinus variabilis*, Lamb., daher ich denn auch in der Benennung mehr die Analogie mit jenem als mit diesem Baume auszudrücken suchte.

Hieher bringe ich fragweise auch das männliche Blüthenkätzchen, Fig. 4, welches unstreitig als ein noch nicht ganz entwickeltes erscheint, so dass die Achse der Stauborgane noch zum Theil in den Deckschuppen versenkt ist.

59. *Pinites Urani*, Ung.

Taf. XXXVII, Fig. 5, 6.

P. Urani, strobilis ovalibus (2 pol. long.; 1,5 pol. lat.), squamarum apophysi pyramidata deflexa, carina transversa elevata, latere superiore convexiore, umbone parvo mutico (?). Seminum magnorum ovatorum ala lanceolata obtusata.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 363.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Dieser breitgedrückte Zapfen eines Nadelholzes wurde nicht wie die meisten Pflanzenabdrücke in Radoboj, in dem sogenannten Mittelgesteine, welches die beiden Schwefelflötze von einander trennt, gefunden, sondern wie mir Herr Bergverwalter Rössner, dem ich dies Petrefact verdanke, angibt, in der 20. Schichte über dem Dachgesteine daselbst.

Wiewohl dieser Zapfen sehr verstümmelt ist, und besonders nach der Spitze zu stark gequetscht erscheint, so ist er doch nach seiner Totalgestalt für eiförmig zu erkennen, und was die einzelnen Schuppen betrifft, so sind auch an diesen noch besondere Charaktere zu ermitteln. Unstreitig besitzen die Schuppen einen, durch einen querlaufenden Kiel in eine obere und untere Fläche geschiedene pyramidenförmige Apophyse, welche wie bei *Pinus sylvestris* und noch mehr bei *Pinus uncinata* nach abwärts gerichtet ist. Von einem Nabel ist in der Mitte der Apophyse nicht viel zu bemerken, jedenfalls scheint er klein und wehrlos gewesen zu sein.

Ob zu diesem Zapfen der Taf. XXXVII, Fig. 6, abgebildete Flügel eines *Pinus*-Samens gehört, ist schwer zu behaupten. Da derselbe gross ist und in eine stumpfe Spitze endet, und dadurch in mancher Beziehung dem Samen von *Pinus oocarpa* und *Pinus filifolia* von Guatemala, d.i. von jenen Arten, die mit *Pinites Urani* noch am meisten übereinstimmen, ähnelt, so wäre es immerhin möglich, dass er mit dem obigen Zapfen zu einer und derselben Pflanzenart gehörte, obgleich ich ausdrücklich bemerken muss, dass er keineswegs in der nämlichen Schichte mit dem Zapfen gefunden wurde. Um indess nicht unnöthiger Weise die Speciesnamen der fossilen Pflanzen zu vermehren, mag er bis auf Weiteres hier seinen Platz finden.

60. ***Pinites furcatus***, Ung.

Taf. XXXVII, Fig. 7—9.

P. furcatus, foliis geminis brevibus pollicem longis tenuibus rectis, vagina incrassata, seminum rotundorum ala apice oblique truncata, marginibus parallelis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 363.
? Pinus brevifolia Alx. Braun in Bruckm. fl. oening. p. 227.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae et ad Oeningen.

Eben so ungewiss wie in den übrigen Fällen ist auch hier die Vereinigung von Blättern und Nadeln unter einem gemeinschaftlichen Speciesnamen.

Die dünnen, aber steifen nadelförmigen Blätter, welche nicht über einen Zoll in die Länge messen, sind durch eine erweiterte Scheide zu zweien vereinigt. Sie scheinen zur Abtheilung der lebenden *Pinaster* zu gehören.

Ausgezeichnet sind die Samen, von welchen nur die Flügel erhalten sind. Diese umfassten einen rundlichen, mehr kleinen als grossen Samen, hatten fast parallele Ränder und sind vorne schief abgestutzt. Ich kenne keine der lebenden Arten, welche diesem *Pinites furcatus* einigermassen ähnlich wäre. Zunächst steht ihm vielleicht *Pinus Banksiana* ein 5—8 Fuss hoher unförmlicher Baum, wenn er zwischen Felsen wächst, im sandigen Boden aber 40 Fuss Höhe erreicht. Er bildet ganze Wälder in Nord-Amerika (Neu-Schottland, am Ufer des Columbia, in den Rocky-Mountains). In Canada und an der Hudsonsbay kommt er sparsamer vor, geht aber bis an die Ufer des Makenzie-Flusses (64° N. Br.) und erträgt unter allen *Pinus*-Hölzern Nord-Amerikas das rauheste Klima.

61. ***Pinites Jovis***, Ung.

Taf. XXXVIII, Fig. 7.

P. Jovis, seminis sesquipollicaris ala membranacea dimidiato-lanceolata, margine hinc recto illinc convexo, apice obtusiusculo.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 363.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Es ist der grösste Nadelholzsame, der bisher in Radoboj gefunden worden ist. Sammt dem Flügel misst er nahe 1 ½ Zoll in der Länge und 4 Linien in der Breite. Er selbst ist länglich oval, gross und verlängert sich in einen halbirt lanzetförmigen, etwas stumpfigen Flügel, der Art nämlich, dass der eine Rand desselben geradlinig, der andere convex ist. Der Flügel ist übrigens sehr dünnhäutig und ist durch undeutliche Querstreifen markirt. Jedenfalls gehört dieser Same einem grösseren Zapfen an, als diejenigen sind, die bisher an dieser Localität gefunden wurden. Die Form des Samens erinnert an *Pinus canariensis*, *Pinus longifolia* u. s. w., am nächsten dürfte er jedoch der *Pinus Pallasiana* stehen.

62. *Pinites Kotschyanus*, Ung.

Taf. XXXVII, Fig. 10—13.

P. Kotschyanus, strobilis conico-cylindricis semipedalibus, squamarum apophysi dimidiato-pyramidata, foliis geminis elongato-filiformibus (4—5 pol. longis) tenuibus strictis, vagina foliorum brevi, stricta.

In schisto margaceo ad Thalheim Transsylvaniae.

Herr Theodor Kotschy hat nebst mehreren bereits erwähnten fossilen Pflanzen auch einige *Pinus*-Reste von Thalheim in Siebenbürgen vor kurzem mitgebracht und mir zur Untersuchung übergeben. Zapfen und Blätter waren zwar nicht auf einem Exemplare, wie hier in Taf. XXXVII vereinigt, da jedoch von dorther noch keine andern *Pinus*-Reste bekannt sind, so glaube ich dieselben vorläufig unter einen Ausdruck vereinigen zu müssen.

Was vorerst den Zapfen betrifft, so gehört derselbe, obgleich sehr mangelhaft erhalten, dennoch zu den ausgezeichnetsten Formen, und er scheint mir mit den bisher bekannten fossilen *Pinus*-Zapfen keineswegs übereinzustimmen. Schon die halbe Länge, die hier vorhanden ist, lässt vermuthen, dass er im Ganzen 5—6 Zoll lang und von einer conisch-cylindrischen Gestalt gewesen sein muss. Die Schuppen können keineswegs dicke Apophysen gehabt haben, sondern wahrscheinlich nur kleine pyramidalische Anschwellungen an der Spitze, die sich im Querbruche kaum erkenntlich machen konnten.

Nach allen diesen Merkmalen stimmt unsere fossile *Pinus*-Art am meisten mit *Pinus monticola* Dougl., einem Baume des westlichen Amerika's in den Gebirgen, die der Columbiafluss durchströmt, überein, obgleich dieser eine fünfnadelige *Pinus*-Art ist.

Was endlich die mit den von Herrn Kotschy aufgefundenen Zapfen fragweise vereinigten Nadeln betrifft, so sind sie zu zweien durch eine kurze enganschliessende Scheide verbunden, schmal und 4—5 Zoll lang, wie aus den Abbildungen Fig. 11—13 zu ersehen ist. Die Folge wird es zeigen, ob dieselbe in der That zu diesem Zapfen gehören.

63. *Pinites spiciformis*, Ung.

Taf. XXXVII, Fig. 14, 15.

P. spiciformis, strobilo elongato cylindrico utrinque obtuso, quatuor longo et dimidium pollicem lato, squamis dense imbricatis tenuibus, apophysi planiuscula, foliis . . . .

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 529.
In formatione miocenica ad Saalberg prope Stein Carnioliae.

Ich habe dieses Petrefact mit mehreren andern grösstentheils fossilen Früchten und Samen durch Vermittelung des Herrn A. v. Morlot vom Herrn Hauptmann Waltzl erhalten. Sie stammen aus einem Sandsteine vom Saalberg bei Stein in Krain her.

Auf den ersten Blick möchte man die Abbildungen Taf. XXXVII, Fig. 14 und 15, für Aehren halten, eine sorgfältigere Untersuchung hingegen zeigt bald, dass man es mit dem Zapfen eines Nadelholzes zu thun hat. Die schlanke, dünne Gestalt desselben, gesetzt auch dass daran vieles zu Grunde ging, lässt mit keinem andern *Pinus*-Zapfen der mir bekannten Arten eine Vergleichung zu, als nur mit *Pinus Strobus*, der Weimuthskiefer. Um diese Ansicht zu unterstützen, ist hier Fig. 16 auch ein der Länge nach in der Mitte durchschnittener Zapfen dieses Baumes abgebildet worden. Es kann nicht fehlen, in mehreren Punkten Aehnlichkeit zwischen beiden herauszufinden, obgleich eben so auch auf der andern Seite in die Augen fällt, dass von einer Gleichheit der Art nicht die Rede sein kann.

64. *Pinites Pumilio*, Göpp. et Ber.

Taf. XXXVII, Fig. 17, 18.

P. Pumilio, strobili parvi ovalis v. oblongo-ovalis squamis apophysi trapezoidea umbone mucronato.

Göpp. et Ber. Org. Reste in Bernst. I., p. 95.
Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 366.
In formatione tertiaria in pluribus locis Europae mediae et borealis.

Von den hier abgebildeten Zapfen, die offenbar zu einer und derselben Art gehören, haben wir zwar Beschreibungen, aber noch keine bildlichen Darstellungen erhalten. Die an ihnen wahrnehmbaren Merkmale stimmen mit dem Charakter von *Pinites Pumilio* Göpp. et Berend. so überein, dass ich an der richtigen Bestimmung durchaus keinen Zweifel hege.

Der Taf. XXXVII, Fig. 17, dargestellte Zapfen ist aus den Braunkohlenlagern der Wetterau und wurde mir vom Herrn Professor Mettenius gütigst mitgetheilt, den andern erhielt ich vom Herrn Hofrath Koch in Erlangen, und derselbe stammt, wenn ich nicht irre, ebenfalls von einem Braunkohlenlager, das man beim Baue des Main-Donaucanales erschürfte.

65. ***Pinites pinastroides,*** Ung.

Taf. XXXVIII, Fig. 1.

P. pinastroides, strobili ovato-oblongi squamis apophysi compresso-pyramidata, umbone acuto.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 365.
Inter lignitis strata ad Salzhausen Wetteraviae.

Auch dieses nicht uninteressante Fragment eines *Pinus*-Zapfens stammt aus den Lignitschichten von Salzhausen in der Wetterau, mir gleichfalls vom Herrn Prof. Mettenius mitgetheilt. Aus diesem Stücke lässt sich leicht auf die Grösse des ganzen Zapfens schliessen, die sich wohl auf 4—5 Zoll belaufen dürfte. An den wohlerhaltenen Schuppen lässt sich die pyramidale Erhabenheit der Schilder, so wie der scharfe mittlere Fortsatz ganz wohl erkennen. Dem zu Folge steht diese fossile Pflanze dem *Pinus Pinaster* ausserordentlich nahe, so dass ich dieser Aehnlichkeit wegen den Namen der fossilen Art bestimmte.

66. ***Pinites aequimontanus,*** Göpp.

Taf. XXXVIII, Fig. 2, 3.

P. aequimontanus, strobilis ovato-oblongis (3 pol. long.) squamarum apophysi convexa, carina transversa productiore, umbone plano rhombeo-umbonulato.

Göpp. Monogr. foss. Conif. p. 224.
Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 363.
Pitys aequimontana Ung. Chlor. prot. p. 78, t. 20, f. 4—6.
In stratis Tegel dictis prope Vindobonam.

Ich habe diese *Pinus*-Art schon lange unter dem Namen *Pitys aequimontana* nach Exemplaren, die ich in dem bekannten Mühlsteinbruche bei Gleichenberg in Steiermark, theils selbst sammelte, theils von daher erhielt, beschrieben und abgebildet.

Es war mir sehr interessant, ganz dieselbe Art nach einem wohlerhaltenen Zapfen in der Tertiär-Formation Oesterreichs wieder zu finden.

Ich verdanke diese Mittheilung Herrn Custos-Adjuncten Rumler, der diesen Zapfen aus einer der Ziegeleien des Herrn A. Miesbach bei Wien erhielt, wo er im sogenannten Wiener Tegel eingebettet lag.

Ausser der Spitze, die daran fehlte, aber sich leicht ergänzt denken lässt, Taf. XXXVII, Fig. 2, war alles sehr gut erhalten; nur ergab sich aus dem Querprofile, Fig. 3, dass derselbe stark in die Breite zusammen gedrückt war.

Leider ist es mir trotz aller Sorgfalt beim Aufbewahren nicht gelungen, denselben, da er sehr von Schwefeleisen durchdrungen war, vor Verwitterung zu schützen. Die hier gegebene Abbildung ist daher alles, was von demselben ausser einer braunpulverigen Masse noch übrig ist.

67. ***Pinites Neptuni,*** Ung.

Taf. XXXVIII, Fig. 4, 5.

P. Neptuni, foliis geminis strictis elongatis (6 pol. longis) tenuibus, seminibus apteris obovato-oblongis, basi compressiusculis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 368.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Ich vereinige hier auf gut Glück die Blätter und Samen von einer *Pinus*-Art, welche fast gleichzeitig in den versteinerungsreichen Mergelschichten von Radoboj gefunden worden sind.

Aus einer verlängerten Scheide gehen zwei steife, sehr lange (sicher über 6 Zoll) Nadeln hervor, die im Verhältnisse zu ihrer Länge sehr dünn genannt werden müssen.

Der Same ist flügellos, verkehrt eiförmig, verlängert und an der Basis mit leichten Eindrücken versehen. Er ist nicht einen halben Zoll lang, und erreicht kaum die Breite eines Viertelzolles.

Dieser Same hat viele Aehnlichkeit mit allen flügellosen Samen jetzt lebender ***Pinus***-Arten, besonders gleicht er aber jenem der ***Pinus cembroides*** Zucc. (***Pinus Llaveana*** Schiede et Deppe) einem 15—30 Fuss hohen Nadelholzbaum in Mexico (Fig. 6), obgleich er, wie sich aus der Vergleichung beider ergibt, viel kleiner als dieser ist.

Weniger stimmen die Blätter von unserem ***Pinites Neptuni*** mit jenen von ***Pinus cembroides*** überein, da sie gerade bei dieser Art sehr kurz und meist zu dreien in einer Scheide vereint sind. Dagegen tritt eine um so grössere Aehnlichkeit mit den Blättern von ***Pinus pinea*** Linn. hervor, welche fast eben so lang, aber um die Hälfte stärker sind. Es ergibt sich hieraus, dass unsere fossile Pflanze grössere Verwandtschaften mit der Abtheilung von ***Pinus pinea*** als mit jener der ***Pinus Cembra*** darbietet, wo sowohl Blätter als Samen namhafte Verschiedenheiten zeigen. Dies gilt namentlich auch von den beiden japanischen Arten.

68. ***Brachyphyllum Caulerpites,*** Ung.

Taf. XXXVIII, Fig. 8—11.

B. Caulerpites, ramis elongatis dichotomis, foliis laxe imbricatis squamaeformibus lineari-obovatis obtusiusculis, ordine $^2/_5$—$^3/_8$ dispositis, extus convexis carinatis, ad innovationes majoribus.

Caulerpites heterophyllus Sternb. Vers. II, p. 24, t. 24, f. 4.
— Preslianus Sternb. Vers. II, p. 24, t. 10, f. 5.
In calcareo ad San Martino prope Schio agri Veronensis Italiae.

Die hier Taf. XXXVIII, Fig. 8—11, abgebildeten Exemplare einer früher als Alge angesehenen Pflanze, sind aus der Sammlung des Herrn Prof. Meneghini, und befinden sich dermalen im botanischen Garten der Universität Padua. Die Gründe, welche mich bewogen haben, diese Pflanze, welche nach ihrer Form allerdings mit einigen Algen aus der Gattung *Caulerpa* Aehnlichkeit zeigt, dennoch davon zu trennen, sind einerseits die bedeutende Menge der verkohlten Pflanzensubstanz im Pflanzenabdruck, welche Algen nie zu hinterlassen im Stande sind, andererseits wohl auch Organisations-Verhältnisse, welche eher mit baumartigen Gewächsen als mit Algen übereinstimmen.

Die Taf. XXXVIII, Fig. 8, 9 dargestellten Pflanzentheile zeigen verlängerte, meist dichotomisch verzweigte Aeste, welche von kleinen, oval zugespitzten schuppenförmigen Blättern, die locker dachziegelförmig über einander gelegt sind, bedeckt werden. Die Blätter machen in der feinkörnigen Thonmasse tiefe Eindrücke, was ganz für ihre fleischige Beschaffenheit spricht. Zugleich sind diese Eindrücke nach der Spitze zu verschmälert, etwas gebogen und mit einer Furche versehen. Die Blätter dieser Pflanze müssen also etwas nach dem Stengel hin gekrümmt und mit einer hervorspringenden Leiste versehen gewesen sein, wie dies ein Abguss einer ziemlich gut erhaltenen Stelle Taf. XXXVIII, Fig. 11 (4fach vergrössert) zeigt. Ihre Substanz muss gleichfalls reich an Kohlenstoff gewesen sein, indem die kohlige Masse als Rückstand in den Vertiefungen und dort, wo noch ganze Blätter erhalten sind, nicht unbedeutend ist. Taf. XXXVIII, Fig. 12.

Vergleicht man diese Darstellungen mit den von Graf Sternberg in seiner Flora der Vorwelt Band II, auf Taf. XXIV, Fig. 4, gegebenen Abbildung, so kann kein Zweifel über die Identität unserer mit jener Pflanze entstehen. Graf Sternberg hält diese für eine Alge und beschreibt sie als *Caulerpites heterophyllus.* Wir begegnen aber noch einer zweiten gleichfalls von Sternberg zu den Algen gezählten Pflanze, die ebenfalls hieher gehört und sich nur durch etwas stärkere Blätter auszeichnet. Es ist der Taf. XXXIII, Fig. 5, abgebildete und als *Caulerpites Preslianus* beschriebene Abdruck, welche beide Arten wir also nur als Synonyme unserer fossilen Pflanze betrachten.

Wenn es nun gleich ausgemacht scheint, dass wir es in allen diesen Pflanzenabdrücken nicht mit einer Alge zu thun haben, so ist die Zurückführung derselben auf eine jetzt lebende dieser zunächst verwandten Pflanzenform nichts desto weniger grossen Schwierigkeiten unterworfen, zumal uns die Fruchtform dieser Pflanze gänzlich mangelt.

Dass wir jedoch nur unter den *Coniferen* zu suchen haben, wird Jedermann gerne zugestehen, auch dürfte vielleicht zugegeben werden, dass rücksichtlich der Gestalt, Grösse und Anordnung der Blätter vielleicht keine der lebenden *Coniferen* als *Arthrotaxis selaginoides* Don. mit unserer Fossile mehr übereinstimmt. Bis man also so glücklich sein wird, Früchte dieser fossilen Pflanze zu finden, dürfte es gerathener sein, dieselbe einstweilen zu der problematischen Gattung *Brachyphyllum* zu stellen, bis sich vielleicht ergibt, dass diese selbst, wenn nicht mit der lebenden Gattung *Artrotaxis* zusammenfällt, doch wenigstens in ihre Nähe zu stellen sein wird. Dass rücksichtlich einiger anderen ebenfalls für Caulerpen angesehene Coniferen, nämlich des *Caulerpites Orbignianus* Sternb. und *Caulerpites Brardii* Sternb. von Ad. Brongniart eben so verfahren wurde, indem er diese beiden Arten als *Brachyphyllum Orbignianum* und *Brachyphyllum Brardianum* in seinen *Expos.* p. 316 aufführte, bestätigt nur, dass es vielleicht noch einige andere Caulerpitenarten gibt, die ebenfalls besser unter die Coniferen zu stellen sein würden.

Schlüsslich bemerke ich nur noch, dass auf einem Exemplare, welches Fig. 9 enthielt, auch Fig. 10 vorkam, welches allerdings ein Zapfenfragment ist; ob dasselbe aber zu den Coniferen und zu welcher Abtheilung derselben gehören mag, wage ich vor der Hand nicht zu entscheiden. Mit männlichen Kätzchen von *Araucaria* lässt es sich immerhin vergleichen

Ordo XVI. TAXINEAE.

69. ***Taxites Langsdorfi*,** Brong.

Taf. XXXVIII, Fig. 12—16.

T. foliis linearibus subsessilibus acuminatis confertis, nervo medio valido a stomatibus resiniferis paginam inferiorem dense obsidentibus discreto.

Brong. Prodr. p. 108, 208. Ung. gen. et spec. plant. foss. p. 389.
Taxites Langsdorfi Brong. Göpp. Monog. d. foss. conif. p. 246. Ung. Blätterabd. t. XIII, f. 1.
In formatione lignitum Wetteraviae ad Zillingsdorf prope Neostadium Austriae, ad Swoszowice Galiciae.

Ich erhielt das hier Fig. 13 abgebildete Exemplar von Herrn Dr. Ferstl, welcher es bei Zillingsdorf unfern von Neustadt sammelte. Einzelne Zweige sind auf einem lichten Mergel so gut abgedrückt, dass Form- und Stellungsverhältnisse der Blätter recht gut entnommen werden konnten. (Siehe Fig. 14, 4fach vergrössert.) Ein anderes Exemplar, Fig. 15, erhielt ich mit mehreren sehr instructiven Pflanzenabdrücken aus der Wetterau durch Herrn Prof. Klippstein in Giessen. Dieses letztere ist noch besser erhalten und erlaubte nach einer gleichfalls 4fachen Vergrösserung eine noch genauere Darstellung. Fig. 16.

70. ***Taxites phlegetonteus*,** Ung.

Taf. XXXVIII, Fig. 17.

T. phlegetonteus, foliis anguste linearibus acuminatis sessilibus decurentibus confertis $^2/_3$ lin. latis et 10 lin. longis nervo medio notatis phyllotaxi $^3/_8$ dispositis ordinem distichum mentientibus.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 390.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Ich habe diese Art erst kürzlich durch eine Mittheilung des Lehrers Rupping in Radoboj, der mir das Fig. 17 abgebildete Stück überbrachte, kennen gelernt. Es ist so gut erhalten, dass nicht bloss die Form und Beschaffenheit der Blätter an dem Zweige, sondern auch ihre Anordnung mit Sicherheit bestimmt werden konnte.

Leider ist ausser diesem kleinen Zweige keine Spur dieser Pflanze in Radoboj gefunden worden.

DIVIS II. APETALAE.

Classis XI. JULIFLORAE.

Ordo XVII. MYRICEAE.

71. ***Myrica inundata*,** Ung.

Taf. XXXIX, Fig. 1.

M. inundata, foliis breviter petiolatis lanceolatis dentato-lobatis, dentibus obtusis remotis, nervo primario distincto, nervis secundariis obsoletis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 395.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Dieses Blatt ist mir schon lange bekannt, aber es hat sich seither noch kein zweites Exemplar finden wollen, daher die Diagnose dieser Art bloss auf dies einzige, Taf. XXXIX, Fig. 1, abgebildete Stück passt. Durch den lanzetförmigen Umriss und die grossen, fast lappigen Zähne hat dieses Blatt viele Aehnlichkeit mit den Blättern der verschiedenen Arten von *Comptonia*, die ich in meiner fossilen Flora von Sotzka (Denkschr. d. kaiserl. Akad. d. Wissensch., Bd. II) zusammengestellt und auf den Taf. XXVII und XXIX abgebildet habe; es scheint mir jedoch, dass dasselbe noch eher zu der mit *Comptonia* zunächst verwandten Gattung *Myrica* zu bringen sei. Nach der Beschaffenheit des Abdruckes zu schliessen, scheint dieses Blatt mehr membranös als fest und lederartig gewesen zu sein.

72. *Myrica quercina*, Ung.

Taf. XXXIX, Fig. 2.

M. quercina, foliis membranaceis ovatis pinnatilobis, lobis obtusissimis rotundatis, nervis secundariis pinnatis simplicibus.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 395.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Auch dieses Blatt ist, so viel mir bekannt, nur in einem einzigen Exemplare bisher gefunden worden. Es zeichnet sich durch seine Kleinheit, durch die ovale, fast rundliche Form und durch seinen lappigen Rand sehr vor allen fossilen Blättern aus. Der Blattstiel ist zwar nicht erhalten, mag jedoch keineswegs bedeutend gewesen sein, ja vielleicht ganz und gar gefehlt haben. Unter den jetzt lebenden Arten steht der fossilen *Myrica quercina* — *Myrica quercifolia* Linn. vom Cap der guten Hoffnung am nächsten, ist jedoch durch die weit mehr hervorgezogenen Lappen des Randes hinlänglich von jenen unterschieden. Die Seitennerven stimmen jedoch in beiden Arten überein.

73. *Myrica deperdita*, Ung.

Taf. XXXIX, Fig. 3—5.

M. deperdita, foliis subcoriaceis ovato-oblongis basi attenuatis apice dentatis, dentibus inaequalibus ut plurimum obtusis, nervis secundariis simplicibus pinnatis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 395.
Ung. Blätterabdr. aus dem Schwefelflötze von Swoszowitze in Galicien, Naturw. Abhandlungen von Haidinger III. B., p. 121, Taf. XIII, Fig. 2.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae, ad Parschlug Stiriae nec non ad Swoszowice Galiciae.

Sämmtliche drei hier abgebildete Blätter, die ich unter dieselbe Benennung zusammenfasste, stammen aus Radoboj und gehören zu den selteneren Vorkommnissen daselbst. Obschon von ungleicher Grösse, scheinen sie doch durch Form, Substanz und Nervatur zusammenzugehören und durch eine ovale, nach dem Stiele verschmälerte Figur und nach der Spitze zu gezähnten Rand sich auszuzeichnen. Ausser einem starken Mittelnerv gewahrt man noch einfache parallele Seitennerven. Die Substanz des Blattes schwankt zwischen dem Memhranösen und Lederartigen.

Ob das im Schwefelflötze von Swoszowice vorkommende Blatt (l. c. Taf. XIII, Fig. 2) wirklich zu dieser Art gehört, machen die etwas scharfen Spitzen der Zähne zweifelhaft, doch könnte es immerhin möglich sein, dass alle diese Blätter von einer und derselben Pflanzenart abstammen, da die übrigen Merkmale mit einander übereinstimmen.

Die Aehnlichkeit der hier abgebildeten Blätter mit den Blättern von *Myrica cerifera* Linn. in Nordamerika (New-Jersey), bei weitem mehr aber noch mit den Blättern von *Myrica Faya* Ait, einem in den Wäldern der azorischen Inseln gemeinen Strauche, ist dermassen in die Augen springend, dass man in der fossilen Pflanze eher gerade zu dieser letzteren Art als eine von dieser verschiedene Species vermuthen möchte.

74. *Myrica integrifolia*, Ung.

Taf XXXIX, Fig. 6.

M. integrifolia, foliis obovato-lanceolatis in petiolum attenuatis integerrimis, nervo primario valido, nervis secundariis obsoletis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 396.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Ein der Gestalt nach offenbar zur Gattung *Myrica* gehöriges Blatt, das mir bisher nur in wenigen Exemplaren von Radoboj bekannt ist. Es ist ganzrandig, mit einer stumpfen Spitze versehen, und verschmälert sich an der Basis allmählich gegen den Blattstiel und erhält so eine gestreckte Form.

Mit Blättern mehrerer noch unbestimmten Myrica-Arten aus New-Orleans, Alabama u. s. w. hat unser Fossil viele Aehnlichkeit, besonders aber kommen ihm Blätter von *Myrica sapida* Wall. (*Myrica integrifolia* Roxb.) aus Ostindien nahe.

75. *Myrica salicina*, Ung.

Taf XXXIX, Fig. 7.

M. salicina, foliis lato-lanceolatis in petiolum attenuatis integerrimis, praeter nervum primarium nervis omnibus obsoletis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 396.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Dieses einem Weidenblatte ähnliche Blatt aus Radoboj schliesst sich bei näherer Untersuchung offenbar an das vorhergehende an, mit dem es auch der allgemeinen Form nach übereinstimmt. *Myrica laurina* Sieb. aus Martinique stimmt mit unserer *Myrica salicina* am besten überein.

76. *Comptonia laciniata*, Ung.

Taf. XXXIX, Fig. 8.

C. laciniata, foliis brevi-petiolatis late-lanceolatis basi attenuatis penninerviis inciso-lobatis v. laciniatis laevigatis, lobis obliquis irregulariter bi-tridentatis, nervis in quovis lobo binis subsimplicibus rectis rete venoso conjunctis. Amentis masculis gracilibus cylindricis abbreviatis congestis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 394. — Die foss. Flor. v. Sotzka p. 161, Taf. XXIX, Fig. 2.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae et ad Parschlug Stiriae.

Ich habe zu dieser bereits in meiner fossilen Flora von Sotzka a. a. O. beschriebenen Pflanze nur einen Beisatz zu machen, der eine kürzlich in Parschlug entdeckte Inflorescenz betrifft, welche nur die einer *Myricee* sein kann und mir am besten zu *Comptonia laciniata* passt. *Comptonia asplenifolia* hat beim Beginn des Blühens ganz ähnliche männliche Kätzchen.

Es sind kleine, schmale, kurzgestielte Kätzchen von 3—4 Linien Länge, welche dicht gedrängt auf einer Achse sitzen. Die Erkenntniss eines näheren Details ist auf keine Weise möglich geworden.

Ordo XVIII. BETULACEAE.

77. *Betula Dryadum*, Brong.

Taf. XXXIX, Fig. 9—12.

B. Dryadum, nucula birostri in alam utrinque dilatata, foliis ovato-acuminatis v. triangularibus serratis, corticis peridermate in laciniis membranaceis secedente.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 397.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

In Parschlug kommen mehrere Theile eines unserer Birke ähnlichen Baumes vor, so dass ihre Vereinigung unter einem gemeinsamen Ausdrucke kaum gewagt sein dürfte.

Vor Allem ist es eine Frucht, Fig. 10, die auch an anderen Orten der Tertiärformation und, wie ich neuerlichst fand, besonders häufig bei Szakadat in Siebenbürgen vorkommt. Es ist dieselbe fossile Pflanze, welche Ad. Brongniart bereits seit langem in den *Ann. d. scienc. nat.* XV, p. 49, t. III, f. 5 und in seinen *Prodrome d'une hist. des végét. foss.* p. 143 beschrieb und zeichnete; es ist ferner dieselbe Pflanze, von der ich in meiner *Chloris protogaea* Taf. XXXIV, Fig. 4 u. 6 Abbildungen gab. An diesem Orte habe ich noch einige männliche Kätzchen und einen Blattrest hinzugefügt und auf diese Weise den Umfang der Species zu erweitern gesucht. Was das Blatt betrifft, so mochte ich allerdings Recht gehabt haben, denn auch in Parschlug kommt ein ganz ähnliches Blatt vor (Fig. 9), was durchaus nicht als ein Betula-Blatt zu verkennen ist. Indess glaube ich mich mit den hieher gezogenen Inflorescenzen geirrt zu haben, die eher männliche Kätzchen irgend einer fossilen Pinusart sein dürften.

Dagegen kommen in Parschlug noch andere seltsame Abdrücke vor, Fig. 11 und 12, die man auf den ersten Blick für *Ulvaceen* halten möchte, die aber, genauer betrachtet, unmöglich Algen sein können, da die sehr derbe, kohlenreiche Substanz offenbar dagegen spricht, es auch anderseits sehr sonderbar wäre, mitten unter den Resten von Landpflanzen Seegewächse zu finden. Das Räthsel löst sich aber sehr leicht, wenn man annimmt, dass auch diese Abdrücke nichts anderes als Ueberbleibsel von Landpflanzen sein können. Hier bleibt sodann nichts übrig, als an Rinden zu denken, und welche von bekannten Rinden zeigt ähnlichere häutige Fetzen, die sich leicht vom Stamme abschälen, als das Periderma der Birkenrinde? Ich nehme daher keinen Anstand, diese beiden Pflanzenreste, Fig. 11 und 12, als Birkenrinde zu erklären und sie als Theile zur Gattung *Betula Dryadum* zu bringen.

78. *Betulinium tenerum*, Ung.

Taf. XXXIX. Fig. 13.

B. tenerum, vasis rarioribus cellulis magnis impletis, poris vasorum minutis, contiguis spiraliter dispositis. Cortice peridermatica e cellulis tabulatis elongatis parietibus omnibus planis v. paululum curvatis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 398.
Formatio tertiaria (?) ad St. Stephanum Stiriae.

Von dem Holze dieser Pflanze habe ich in meiner *Chloris protogaea*, Taf. XXXIV, Fig. 8 — 10, genaue Abbildungen gegeben, und ich verweise daher auf dieselben als dem einzigen bisher in Oesterreich gefundenen fossilen Birkenholze. Es wird daher nicht gewagt sein, ein Stück Rinde, welches sich gleichfalls als Birkenrinde charakterisirt, mit jenem fossilen Holze unter eine Benennung zu vereinigen.

Es fanden sich nämlich in einem blauen Thone bei St. Stephan unfern von Gratz in Steiermark mit mehreren anderen Pflanzentheilen auch hautartige Fetzen, die eine mikroskopische Untersuchung zuliessen, und wovon Fig. 13 ein etwa 200 Mal vergrössertes Bild eines ganz kleinen Patikelchens gibt. Man erkennt deutlich tafelförmige Zellen, die etwas in die Länge gestreckt mit ziemlich ebenen Wänden versehen sind. Die Länge einer solchen Zelle mass im Durchschnitt $1/_{50}$ Linie, die Breite betrug $1/_{120}$ Linie.

Zur Vergleichung habe ich ein Stück von der Korkschichte unserer Birke, Fig. 15, im Querschnitte und Fig. 14 im Längenschnitte hinzugefügt. Die Vergleichung dieser letzteren Figur mit Fig. 13 setzt ausser allen Zweifel, dass der fossile, hautartige Körper sicherlich der Rinde einer Birke angehört haben mag. Der Unterschied der Zellen ist so unbedeutend, dass beide wohl gar einer und derselben Art angehören könnten.

79. *Alnus diluviana*, Ung.

Taf. XXXIX, Fig. 16—18.

A. diluviana, foliis ovato-cordatis acuminatis duplicato-dentatis, nervis secundariis simplicibus parallelis, amentis cylindricis elongatis.

In formatione tertiaria (?) ad St. Stephanum prope Graecium Stiriae.

Ich schliesse an die vorher beschriebenen Pflanzenfragmente von St. Stephan bei Gratz, welche von Herrn A. von Morlot entdeckt wurden, einige Blätter, so wie Kätzchen, die in grosser Menge daselbst in dem Schieferthone angetroffen werden. Beide sind ziemlich gut erhalten und lassen kaum einen Zweifel übrig, dass sie zusammengehören und eine und dieselbe Pflanzenart ausmachen. Die Blätter, wovon zwei hier Taf. XXXIX, Fig. 16 und 17, abgebildet sind, zeichnen sich durch Grösse, Gestalt, die doppelte Randzahnung und die Nervatur so aus, und stimmen mit den Blättern sämmtlicher *Alnus*-Species derart überein, dass ich nicht anstehe, dieselben als Angehörige dieser Gattung zu bezeichnen. Von den lebenden Arten stimmen *Alnus crispa* Pursh aus Nord-Amerika bezüglich des Randes, *Alnus cordifolia* Tenore aus dem südlichen Europa hingegen in Bezug auf die Blattbasis mit der fossilen Art, die durchaus mit *foliis cordatis* erscheint, überein, so dass man sagen kann, unsere *Alnus diluviana* hält das Mittel zwischen diesen beiden Arten und rechtfertigt daher die Ansicht, sie als eine eigene Species aufzustellen.

Zur Vergleichung wurde Fig. 19, ein männliches Blüthenkätzchen von *Alnus cordifolia* beigefügt, dem das fossile Kätzchen, Fig. 18, so ziemlich an Grösse gleich ist.

Ordo XIX. CUPULIFERAE.

80. *Quercus lignitum*, Ung.

Taf. XL, Fig. 1—7.

Q. lignitum, foliis subcoriaceis lineari-lanceolatis utrinque attenuatis longe petiolatis irregulariter parceque denticulatis penninerviis, amentis staminigeris laxis pollicem longis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 402. — Chlor. protogaea p. 113, t. 31, f. 5, 6, 7. — Blätterabd. von Swoszowice, t. 13, f. 4.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae, ad Swoszowice Galiciae.

Ich habe von diesen in Parschlug unstreitig am häufigsten vorkommenden Blattresten bereits in meiner *Chloris protogaea* a. a. O. Abbildungen und eine Beschreibung gegeben. Damals waren mir noch wenige vollständige Exemplare eben so auch

nur eine geringe Menge von verschiedenen Formen, die durch mannigfaltige Uebergänge sich an einander reihen lassen, bekannt. Durch fortgesetzte Durchforschungen jener Localität bin ich nun im Stande gesetzt, diese fossilen Blätter einer ausführlicheren Prüfung zu unterziehen.

Vor Allem schien es mir nothwendig, jene Formen von den als *Quercus lignitum* zusammengefassten Blättern zu trennen, deren Rand vollkommen ganz ist. Diese letzteren werden weiter unten beschrieben werden.

Im Allgemeinen haben, wie aus den Abbildungen Taf. XL. Fig. 1—7, ersichtlich ist, die hier als Blätter von *Quercus lignitum* namhaft gemachten Fossilien eine und dieselbe Hauptform, nämlich die lanzettförmige; sie ändern nur darin ab, dass ein Theil sehr schmal und zugespitzt (Fig. 6 und 7), ein anderer breiter und weniger gegen die Spitze verschmälert (Fig. 3, 4, 5), und ein dritter Theil endlich oval lanzettförmig ist (Fig. 1, 2). So weit auch z. B. Fig. 7 von Fig. 1 absteht, finden doch so allmähliche Uebergänge von jener zu dieser Form Statt, dass ich nicht anders als beide unter einen und denselben Ausdruck bringen kann.

Auch die Basis des Blattes so wie der Rand bieten, dem entsprechend, nur stetige Uebergangsstufen, erstere von langgestielten zum kurzgestielten, letztere von seichterer Zähnung zur tiefer eingreifenden, und weiters überdies noch von spitzen zu stumpfen und abgerundeten Zähnen.

Ich habe diese Blätter zur Gattung *Quercus* gezogen, mehr einem dunkleren Gefühle folgend als nach sicherem Grunde handelnd, und kann auch jetzt noch keiner andern Ueberzeugung folgen.

Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass dieselben eine ungemein grosse Uebereinstimmung mit den Blättern eines nordamerikanischen Strauches der *Myrica pensylvanica* Lam. (*Myrica Carolinensis* Wangerh.) zeigen, und dass besonders die breitere Form (Fig. 1, 2) mit einer noch unbeschriebenen *Myrica*-Art vom *Port Natal* in der Ostküste Süd-Afrika's Aehnlichkeit hat, es scheint mir aber, dass die mehr lederartige Substanz der Fossilien sie passender an die Gattung *Quercus*, als an jene von *Myrica* anreihen lässt.

Dass zuweilen an einem oder dem andern Blatte tiefere Einschnitte erscheinen, ist nicht so selten und von mir öfters beobachtet worden, ich möchte aber dies für anomale Bildungen haltend, daraus keineswegs eine Tendenz zur Lappenbildung und dadurch eine Rechtfertigung, dieselben als *Proteaceen*-Blätter anzusehen, erkennen.

Zu dieser Art, als der häufigsten, habe ich auch männliche Blüthenkätzchen Taf. XLI, Fig. 21, 22, 23, gezogen, die ebenfalls nicht selten vorkommen.

81. *Quercus commutata,* Ung.

Taf. XL, Fig. 8—10.

Q. commutata, foliis lanceolatis utrinque attenuatis longe petiolatis integerrimis penninerviis, nervis secunariis crebris simplicibusque.

In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Diese Blätter, die ich früher mit denen von *Quercus lignitum* in eine Species vereinigte, tragen noch viel mehr als jene den Charakter von Eichenblättern an sich. Diejenigen aus der Flora der Jetztzeit, welche denselben zunächst stehen, sind die Blätter von *Quercus Phellos* Linn., nur unterscheiden sie sich von diesen ganz besonders durch den langen Blattstiel, der den Blättern von *Quercus Phellos* fehlt, auch findet sich bei diesen jene Verschmälerung der Blattspreite gegen den Blattstiel zu keineswegs in der Art, wie wir sie durchgängig bei diesen fossilen Blättern wahrnehmen.

Zu bemerken ist noch auf dieser Tafel Fig. *a*, ein Kätzchen, welches mit Fig. 3 auf einem Steine vorkam und wahrscheinlich ein männliches Blüthenkätzchen einer *Betulacee* ist, und Fig. 6 ein interessanter Blüthenrest, der mit Fig. 7 zusammen erschien, und auf welchen wir später bei Darstellung der *Celastrineen* noch zurück kommen werden.

82. *Quercus mediterranea,* Ung.

Taf. XLI, Fig. 1—6.

Q. mediterranea, foliis breviter petiolatis subcordato-oblongis acuminatis obtusis, mucronato-dentatis nitidis penninerviis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 400. — Chloris protogaea p. 114, t. 32, f. 5—9.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae, ad Senogalliam Italiae.

Auch von dieser fossilen Pflanze habe ich schon in meiner *Chloris protogaea* eine Beschreibung mit zahlreichen Abbildungen gegeben. Es scheint mir aber, dass der Formenkreis, welchen die Blätter dieser Pflanze an sich tragen, damit keineswegs geschlossen war, so dass ich hier in den auf Taf. XLI, in den Fig. von 1—6, noch mehrere nicht unwichtige

Ergänzungen mitzutheilen im Stande bin. Dass diese so different scheinenden Formen, welche ich hier gebe, sowohl unter sich als mit den in meiner *Chloris protogaea* abgebildeten Formen, zu einer und derselben Art gehören, lässt sich leichter bei Betrachtung der Originalien als bei Vergleichung der Abbildungen einsehen, da letztere immerhin eine Menge Eigenthümlichkeiten, welche erstere an sich tragen, nicht auszudrücken vermögen.

Dazu kommt noch, dass hier, des Raumersparnisses wegen, nur die am weitesten von einander abstehenden Formen gegeben sind, dagegen alle diese verbindenden Mittelglieder weggelassen wurden.

Was über die Verwandtschaft dieser fossilen Pflanzen-Species zu sagen ist, findet sich im obgedachten Werke so umständlich, dass ich hier nichts mehr beizufügen habe.

83. ***Quercus Zoroastri***, Ung.

Taf. XLI, Fig. 7—9.

Q. Zoroastri, foliis submembranaceis petiolatis ovato-acuminatis 3—5-pollicaribus basi inaequali angustatis serrato dentatis cuspidatis penninerviis, nervis secundariis subparallelis passim ramosis distantibus, rete venoso parum expresso.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 401.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Ich vereinige unter obigem Namen drei auf Taf. XLI, Fig. 7, 8 und 9 abgebildete Blätter, die zwar im Allgemeinen mit einander übereinstimmen, nichts desto weniger jedoch in einigen Punkten von einander differiren.

Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dass Fig. 7 und 8 Einer Species angehören. Grösse, Form, die Zahnung des Randes, Blattstiel und Nervatur stimmen fast ganz überein. Dagegen hat zwar Fig. 9 ganz dieselben Umrisse wie Fig. 7, unterscheidet sich aber von dieser durch den Mangel jeder Erhabenheit oder Vertiefung des Randes, so wie durch die Seitennerven, die etwas näher an einander gerückt sind und in einem weniger spitzen Winkel von den Mittelnerven abgehen.

Aber gerade diese Nervatur ist es, welche die beiden Blätter Fig. 7 und 8, bezüglich der Nervenvertheilung mit einander verbindet, und was den Mangel der Zähne am Rande betrifft, so kommen unter den lebenden Eichen nur zu häufig Individuen vor, welche gezähnte und ungezähnte Blätter zugleich hervorbringen.

Unter den amerikanischen Eichen sind *Quercus calophylla* Schlecht., *Quercus Skinneri* Benth. und *Quercus Galeottii* Martens., welche mit der fossilen Art einigermassen übereinstimmen, anderseits ist es *Quercus persica* Jaub. et Spach, welche noch auffallendere Aehnlichkeiten darbietet.

84. ***Quercus Gmelini***, Alex. Braun. Manusc.

Taf. XL, Fig. 10.

Q. Gmelini, foliis petiolatis lanceolato-acuminatis repando-dentatis, dentibus inaequalibus, nervo primario valido, nervis secundariis remotis, parallelis, apice ramosis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 403.
E. Sitzenberger, Uebers. d. Verst. d. Grossh. Baden, p. 76.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae nec non ad Oeningen.

Unter den vor längerer Zeit mir von Herrn Prof. Alex. Braun mitgetheilten Zeichnungen von Pflanzenresten aus Oeningen, befindet sich auch ein Blatt, welches als *Quercus Gmelini* bezeichnet war. Die Vergleichung mit dem Taf. XLI Fig. 10, abgebildeten Blatte zeigt eine solche Uebereinstimmung, dass ich keinen Augenblick anstehe, beide als identisch zu betrachten. Die Flora von Parschlug, die im Allgemeinen eine sehr grosse Uebereinstimmung mit jener von Oeningen zeigt, ist dadurch um ein bisher noch nicht bekanntes gemeinschaftliches Glied reicher geworden.

Die Aehnlichkeit dieser Blattform mit der von *Quercus lancifolia* Schlecht., einer mexikanischen Eichenart, ist nicht zu verkennen.

85. ***Quercus urophylla***. Ung.

Taf. XLI, Fig. 11.

Q. urophylla, foliis ovato-lanceolatis basi productis acuminatis subcoriaceis curvatisque penninerviis inaequaliter dentatis, dentibus sat conspicuis obtusiusculis apice sursum flexis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 403; Foss. Flora v. Sotzka, p. 163, t. 30, f. 9—14.
In formatione miocenica ad Parschlug, in formatione eocenica ad Sotzka Stiriae.

Ich habe diese Abbildung in Taf. XLI, Fig. 11, eines Exemplares von Parschlug nur zur Vergleichung mit den Abbildungen von Sotzka a. a. O. gegeben, um sich von der Identität der Species zu überzeugen, weil es in mancher Beziehung wichtig ist, aus zwei deutlich von einander geschiedenen Formationen dieselbe Pflanzenart zu erhalten.

Zur Beschreibung und Vergleichung, die ich bereits ausführlich in meiner Flora von Sotzka vorgetragen habe, finde ich nichts weiter zuzusetzen.

86. *Quercus myricaefolia,* Ung.

Taf. XLI, Fig. 12.

Q. myricaefolia, foliis subcoriaceis ovatis in petiolum attenuatis obtusis, argute serrato-dentatis penninervis, nervis secundariis simplicibus parallelis.

In schisto margaceo ad Parschlug.

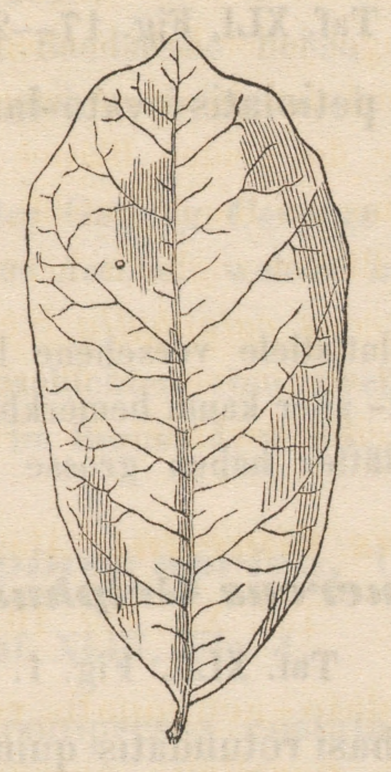
Dieses Blatt hat einige Aehnlichkeit mit *Myrica*-Blättern, unterscheidet sich aber von diesen dennoch wieder durch die scharfe Zahnung, womit besonders die vordere Hälfte desselben versehen ist. Am ehesten dürfte es noch einer *Quercus*-Art angehören, wofür ich es auch hier gelten lasse.

87. *Quercus tephrodes,* Ung.

Taf. XLI, Fig. 13.

Q. tephrodes, foliis glabris coriaceis breviter petiolatis obovato-oblongis, apice sinuato-dentatis, margine revolutis, penninerviis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 402.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.



Ueber die Natur dieses Blattes als eines, welches der Gattung *Quercus* angehört, kann wohl kein Zweifel sein. Die verkehrt eiförmige längliche Gestalt, der äusserst kurze Blattstiel, der wellenförmig buchtige Rand so wie die derbe, lederartige Substanz, die sich noch in der Menge der Kohlensubstanz zu erkennen gibt, welche den Blattabdruck ausmacht, sprechen hinlänglich dafür. Der Raum hat es nicht mehr gestattet, ausser der Fig. 13 abgebildeten Form noch eine zweite auf derselben Tafel aufzunehmen. Da mir aber ein neuerer Fund in Radoboj noch ein zweites zu eben dieser Art gehöriges Blatt in die Hände spielte, welches von dem ersteren etwas verschieden scheint, so will ich wenigstens dasselbe hier im Holzschnitte wieder geben.

Sowohl das eine wie das andere stimmt der Art mit den Blättern der in Nordamerika einheimischen Eichen-Art, *Quercus cinerea* Michx., überein, dass man eher die gleiche als eine von dieser zu unterscheidende Species vor sich zu haben glaubt. Daher denn auch der Name diese Aehnlichkeit der lebenden und fossilen Art ausdrücken soll.

88. *Quercus Apollinis,* Ung.

Taf. XLI, Fig. 14.

Q. Apollinis, foliis lanceolatis breviter petiolatis integris v. sparse denticulatis coriaceis, nervo primario valido, nervis secundariis obsoletis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 402.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Auch dieses Blatt scheint mir zu den Eichenblättern zu gehören, und namentlich mit den Blättern der nordamerikanischen *Quercus laurifolia* Michx. zunächst verglichen werden zu können. Es ist schmal, lanzettförmig zugespitzt und unmerklich in einen kurzen Blattstiel verschmälert, ganzrandig und mit nicht undeutlich ausgedrückten Secundarnerven versehen. Die ohne Zweifel lederartige Beschaffenheit, die dieses Blatt haben musste, machen den obigen Vergleich um so wahrscheinlicher.

89. *Quercus cyclophylla,* Ung.

Taf. XLI, Fig. 15.

Q. cyclophylla, foliis orbiculatis breviter petiolatis, subcoriaceis raro spinoso-dentatis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 400.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Bisher nur in einem einzigen Exemplare gefunden. Es ist offenbar ein steifes lederartiges Blatt gewesen, von Insecten ausgenagt. Die stark hervortretende Nervatur, der stachelzähnige Rand lassen auf ein Eichenblatt schliessen, obgleich die Form des Umrisses wenig zu jetzt bekannten Eichenblättern passt, wenn man nicht *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl. aus Mexico damit vergleichen will.

90. *Quercus Serra,* Ung.

Taf. XLI, Fig. 16.

Q. Serra, foliis longe petiolatis rigidis coriaceis ovato-ellipticis v. ovato-oblongis accuminatis vel obtusis dentato-serratis, dentibus subaequalibus apice callosis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 400.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Von dieser Art fossiler Eichen habe ich bereits in meiner *Chloris protogaea* Taf. XXX, Fig. 4, 5, 6 und 7, Abbildungen gegeben. Das hier Fig. 16 abgebildete Blatt, obgleich ohne Zweifel zu derselben Species gehörig, weicht doch so sehr von jenen ab, dass ich, um einen Ueberblick über den gesammten Formenkreis dieser Blätter zu geben, es füglich hier einer näheren Beachtung empfehlen muss.

Die Form ist länglich oval, vorne beinahe abgestutzt, der Rand mit ungleichen starken Sägezähnen versehen und ausser dem Mittelnerv durchaus keine Spur eines Seitennerven zu entdecken, was auf eine dicke lederartige Beschaffenheit der Substanz schliessen lässt. Uebrigens verweise ich bezüglich der Aehnlichkeit mit Blättern jetzt lebender Eichen, was ich a. a. O. p. 110 angegeben habe.

91. *Quercus myrtilloides,* Ung.

Taf. XLI, Fig. 17—20.

Q. myrtilloides, foliis pollicaribus petiolatis ovato-lanceolatis obtusis integerrimis coriaceis, nervo primario distincto, nervis secundariis nullis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 404.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Es sind dies kleine zolllange mit einem Blattstiele versehene lederartige Blätter von ovaler oder lanzettlich-ovaler Figur, mit vollkommem ganzen Rand, einem Mittel- aber kaum bemerkbaren Seitennerven.

Diese in Parschlug ziemlich zahlreichen Blätter haben grosse Aehnlichkeit mit der in Nordamerika einheimischen *Quercus myrtifolia* Willd.

92. *Quercus Griphus,* Ung.

Taf. XLII, Fig. 1.

Q. Griphus, foliis oblongis petiolatis basi rotundatis quinquepollicaribus subcoriaceis dentato-serratis, dentibus remotis acutiusculis, nervis secundariis e nervo primario valido sub angulo subrecto egredientibus crebris simplicibus parallelis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 403.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Ein bis auf die Spitze ganz vortrefflich erhaltenes Blatt, an dem selbst die Nervatur bis auf die kleinsten Eigenthümlichkeiten erhalten ist. Es scheint im Ganzen eine länglich ovale Figur ohne bedeutende Verschmälerung an der Spitze und am Grund gehabt zu haben. Der Rand ist mit entfernt stehenden aber scharfen Zähnen versehen. Der dicke, ½ Zoll lange Blattstiel verschmälert sich als Mittelrippe sehr stark, bis er die Spitze erreicht. Die Blattsubstanz war ohne Zweifel mehr als von membranöser Beschaffenheit.

Alle diese Umstände machen mich glauben, dass dieses Blatt einer Eiche angehört habe doch finde ich unter den lebenden Arten keine Blattform, die der fossilen verglichen werden könnte.

93. *Fagus Deucalionis,* Ung.

Taf. XLI, Fig. 24, 25.

F. Deucalionis, fructu capsulaeformi involucro lignoso echinato quadrivalv nucibus duabus acute triquetris, foliis laevigatis argute serratis, nervis secundariis e nervo primario sub angulo acuto egredientibus subsimplicibus parallelis alternis parum curvatis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 405.
In formatione miocenica ad Parschlug Stiriae et ad Putschirn Bohemiae.

Ich habe obige Diagnose aus Fragmenten entworfen, die sich in einem tertiären Sandstein von Putschirn fanden und die ich in meiner *Chloris protogaea*, Taf. XXVII, Fig. 1—6, abbildete. Die Auffindungen eines Blattes und einer Frucht in Parschlug, die offenbar zur Gattung *Fagus* gehören, bestätigen obige Umgrenzung der Species ganz und gar. Das Blatt Fig. 24 trägt ganz den Charakter unserer einheimischen *Fagus sylvatica*, und eben so ist die minder vollständig erhaltene Frucht Fig. 25, von der Grösse unserer Buchenfrüchte.

94. *Corylus Wickenburgi*, Ung.

Taf. XLI, Fig. 26.

C. Wickenburgi, nuce subglobosa basi obtusa laevi semipollicem longa, quinque lineas lata, areola obtuse conica.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 407.
In stagnigeno lapide molari ad Gleichenberg Stiriae.

In dem durch das Vorkommen von verkieselten Holztrümmern und ganzen Stämmen bekannten Mühlsteinbruche am sogenannten Gleichenberger Kogel kommen unter den Holzstücken auch Reste anderer Pflanzentheile vor. Die bekanntesten darunter sind Zapfen eines Nadelholzbaumes, die ich in meiner *Chloris protogaea* unter dem Namen *Pitys aequimontana* p. 78, beschrieb und von welchen ich auch Taf. XLIII, Fig. 5, 6, 7, Abbildungen gab.

Dem Eifer einiger Geognosten, welche diese Gegend häufig besuchten, ist es gelungen, ausser den genannten Pflanzenresten noch Früchte und Samen von Pflanzen zu entdecken.

Die hier abgebildete Frucht, Fig. 26, in dem Sandsteine neben einem Nadelholzzapfen und einem Holzstücke liegend, erhielt ich von Herrn v. Pittoni und befindet sich noch immer als Unicum in der paläontologischen Sammlung des Joanneums in Gratz.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass dieselbe der Gattung *Corylus* angehört. Die Abweichung der Form von der gemeinen *Corylus Avellana* ist, mit Ausnahme der Areola, welche im Fossile mehr konisch erscheint, sogar ganz unbedeutend.

Bisher ist ausser dieser nur in den Bernsteinschichten eine zweite Art von *Corylus* gefunden worden, welche Göppert und Berendt in dem Werke: Org. Reste im Bernst. I, p. 85, t. 5, f. 15, beschrieben.

95. *Carpinus norica*, Ung.

Taf. XLIII, Fig. 1.

C. norica, nucula sublignosa obovata compressa costata, perigonii limbo apiculata, 18 mil. met. longa, 10 mil. met. lata, praeter costas marginales costis duabus facialibus instructa.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 409.
In formatione geanthracis prope Obdach Stiriae.

Dieses interessante Stück ist mit mehreren andern Pflanzenabdrücken, von denen einige schon oben beschrieben worden, in den Tertiärschichten bei Obdach in Steiermark von Herrn A. v. Morlot entdeckt worden. Ich glaube dieselbe kaum irgendwo passender als unter die Gattung *Carpinus* bringen zu können. Die hervorstehende Längsrippe, die nicht undeutliche Spur des Restes vom Perigonium, sprechen mit Bestimmtheit dafür, nur ist diese Nussfrucht bei weitem grösser als die Früchte aller unserer jetzt lebenden *Carpinus*-Arten.

96. *Carpinus grandis*, Ung.

Taf. XLIII, Fig. 2—5.

C. grandis, involucro tructifero trifido, laciniis linearibus obtusis nervosis, lacinia intermedia productiore, nervis in qualibet lacinia tribus subparallelis subaequalibus, rete venoso inter se conjunctis; foliis petiolatis (?) subcordatis ovato-oblongis acuminatis duplicato-serratis penninerviis, nervis simplicibus rectis parallelis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss p. 408.
In schisto calcareo-margaceo ad Radobojum Croatiae ad Trofeiach Stiriae.

Wenn man die Figuren 2 und 3 auf Taf. XLIII betrachtet, so kann kein Zweifel entstehen, dass beide Früchte Hüllen (Involucra) darstellen, die in unmittelbarer Verbindung mit einer viel kleineren nussartigen Frucht gewesen sein müssen, von welchen sich aber dieselbe bereits getrennt hat, und nur an deren Basis eine dunkle rundliche Anheftungsstelle zurückliess.

Dieses Involucrum ist dreitheilig mit zwei kürzeren divergirenden und einem längeren Mittellappen. Die Substanz dieses Organes kann keineswegs zart, sondern muss, nach dem kohligen Rückstande zu schliessen, von ziemlich derber Beschaffenheit gewesen sein. Von einem Stiele ist keine Spur zu bemerken, dagegen ist die Nervatur, deren genaue Kenntniss hier sehr wichtig ist, ganz gut erhalten. Es finden sich nämlich in jedem der drei Lappen ein ziemlich starker Mittelnerv, der fiedernervig ist, ausserdem aber sind auch noch zu beiden Seiten derselben, besonders im Mittellappen, zwei Seitennerven zu erkennen, so dass also jeder Lappen eigentlich drei durch die ganze Länge verlaufende parallele Nerven enthielt.

Was aber insbesondere noch bei Vergleichung von Fig. 2 und 3 auffällt, ist das Vorhandensein eines vierten kürzeren aber breiteren rundlichen Lappens an Fig. 3, während derselbe an Fig. 2 fehlt. Soll dies, da diese beiden Fruchthüllen in allen übrigen Theilen im Wesentlichen mit einander übereinkommen, Veranlassung geben, sie für ganz und gar von einander verschieden zu erklären, oder ist vielleicht anzunehmen, dass dieser vierte Lappen in Fig. 2 sich von den übrigen getrennt habe? Ich muss gestehen, dass ich auf diese Frage keine bestimmte Antwort zu geben weiss, auch mir überhaupt das Verhältniss des vierten Lappens zu den übrigen nicht wohl zu erklären weiss, und zwar um so weniger, als dieser vierte Lappen nicht den drei längeren vereinigten Lappen entgegen, sondern in ihrem Rücken zu liegen scheint.

Ich habe diese Fruchthüllen, die bis auf die Nervatur und den (wie in einigen Fällen?) vierten Lappen mit den Fruchthüllen von *Carpinus* übereinstimmen, zu dieser Gattung gezogen, muss aber nach reiflicher Erwägung aller dieser Umstände gestehen, dass hierin wohl der Typus einer besonderen Gattung, die vielleicht mit *Carpinus* verwandt sein kann, liegen dürfte, was aber erst in der Zukunft zu ermitteln möglich sein wird.

In der Voraussetzung, dass die oben gedachten Fruchthüllen zusammen gehören und wenn auch gerade nicht der Gattung *Carpinus*, so doch in die Nähe derselben zu stehen kämen, habe ich die Blätter Fig. 4 und 5, damit in Verbindung gebracht, deren näherer Vergleichung ich mich füglich entheben kann. Alle abgebildeten Stücke sind von Radoboj.

97. ***Carpinus betuloides***, Ung.

Taf. XLIII, Fig. 6, 8.

C. betuloides, foliis longe petiolatis e basi angustata ovato-oblongis acuminatis inaequaliter serratis penninerviis, nervis patentibus subsimplicibus subrectis parallelis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 408.
In formatione lignitum ad Radobojum Croatiae, ad Bilinum Bohemiae et ad Sagor Carnioliae.

Dieses schon von Faujas abgebildete Blatt hat sich, wie hier ersichtlich, auch bei uns und zwar in drei verschiedenen Localitäten vorgefunden Fig. 6 auf Taf. XLIII in Radoboj, Fig. 7 in Bilin und Fig. 8 in Sagor. Die Aehnlichkeit mit *Carpinus*-Blättern und den Blättern der verwandten Gattungen ist in die Augen springend, daher ich keinen Anstand genommen habe, sie einstweilen mit dieser Gattung zu vereinigen.

98. ***Carpinus oblonga***, Ung.

Taf. XLIII, Fig. 16, 17.

C. oblonga, involucro fructifero trifido, lacinimis integerrimis linearibus obtusis, intermedia elongata subspatulata; foliis petiolatis basi inaequalibus ovato-lanceolatis v. oblongis acuminatis duplicato-serratis penninerviis, nervis simplicibus subpatentibus parallelis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 409.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae, et ad Sagor Carnioliae.

Auch hier kommt dieselbe Frage, die bei Betrachtung der als *Carpinus grandis* beschriebenen Pflanzenfragmente angeregt wurde, wieder in Berücksichtigung. Es finden sich unter den meist dreitheiligen Fruchthüllen, welche jenen von *Carpinus* zu entsprechen schienen auch solche mit einem vierten abgerundeten Lappen vor. Taf. XLIII, Fig. 17. Da die Lappen nur einen fiedernervigen Mittelnerv besitzen, so kommen sie darin der Gattung *Carpinus* näher als die früher betrachteten, entfernen sich aber wieder von diesen durch die tiefere Lage der Frucht und (wie in manchen Fällen) durch den vierten Lappen. Auf diesen Umstand ein besonderes Gewicht legend, hat Herr Const. v. Ettingshausen nicht bloss diese, sondern überhaupt alle für *Carpinus*-Fruchthüllen bisher ausgegebenen Pflanzentheile für den „bestimmtesten Ausdruck" der

Gattung *Engelhardtia* angesehen [1]). Abgesehen davon, dass die in der That ganz ähnlichen Fruchttheile dieser Pflanze durchgängig bei weitem zarter gebaut und in allen bisher bekannten Arten nur mit einem Mittelnerv versehen sind, ist noch die bedeutende Grösse des vierten Lappens zu berücksichtigen, der bei *Engelhardtia* nie über einen kleinen unbedeutenden Randsaum hinaus kömmt. Ob die Frucht selbst ein Nüsschen oder eine Drupa (nicht Beere) sei, würde, nach dem vorhandenen Materiale und dem gegenwärtigen Zustande der Paläontologie zu bestimmen, wohl ein vermessenes Unternehmen sein.

Es muss also die sichere Bestimmung dieser Pflanzentheile einstweilen noch als ein Desideratum betrachtet werden. Unter diesen Umständen mag es mir auch erlaubt sein, eine in Parschlug nicht selten vorkommende Blattform, Fig. 16, die sich mit Blättern von *Carpinus viminea* Wall. auch wohl mit jenen von *Fagus australis* Pöpp. vergleichen lassen, einstweilen mit diesen problematischen Früchten zu vereinigen.

Schlüsslich erlaube ich mir nur noch zu bemerken, dass die als *Carpinus macroptera* Brong. in meiner Abhandlung „Blätterabdrücke aus dem Schwefelflötze von Swoszowice". Naturw. Abhandl. v. W. Haidinger, Bd. III, Abth. I, tab. 8 und 9, abgebildeten Blatt- und Fruchthülle der Art mit den homologen Theilen von *Carpinus americana* Wild. übereinkommen, dass eher eine Gleichheit als eine Verschiedenheit der Art angenommen werden dürfte. Dies mag vor der Hand genügen, um die Gattung *Carpinus* unter den Abdrücken der Tertiärformation noch vor ihrer gänzlichen Vernichtung zu retten.

In diesem Sicherheitsgefühle wage ich es auch noch eine neue Art von *Carpinus* unter nachstehendem Namen in das Verzeichniss der vorweltlichen Flora aufzunehmen.

99. *Carpinus microptera*, Ung.

Taf. XLIII, Fig. 18.

C. microptera, involucro fructifero minimo obtuse trilobo, lobis subaequalibis rotundatis, nervo in quolibet lobo unico.

In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Ein mir bisher nur ein einziges Mal vorgekommener Abdruck, den ich nirgendwo anders besser unterzubringen weiss, als unter die Gattung *Carpinus*. Er stellt eine kleine, dreilappige Fruchthülle vor, aus deren Basis die kleine nussartige Frucht, mit der sie verwachsen war, bereits herausgefallen war, bevor der übrige Theil der einhüllenden Gesteinsmasse zugeführt wurde.

100. *Ostrya Atlantidis*, Ung.

Taf. XLIII, Fig. 9—11.

O. Atlantidis, nucula involucello inclusa ovato-acuminata compressa seminis Panici miliacei magnitudine, involucello basi inflato, nervis longitudinalibus 10, transversalibus numerosissimis instructo.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 408.
In schisto margaceo ad Radobojum Croatiae.

Eine sehr beachtenswerthe Erscheinung, die über jeden Zweifel erhaben ist und daher auch eher auf die Möglichkeit des Vorhandenseins der europäischen und amerikanischen Gattung *Carpinus* als der indischen und polynesischen Gattung *Engelhardtia* hinweiset.

Die hier Taf. XLIII, Fig. 9—11, abgebildeten Fossilien gehören offenbar zusammen, obgleich sie nicht durchaus von gleicher Grösse sind. Fig. 9 und 10, befinden sich in der paläontologischen Sammlung des Laibacher Museums und Fig. 11 in der des Joanneums von Gratz. Am besten ist das von Fig. 9 erhalten, welches einen länglichen, oben in eine Spitze auslaufenden dünnhäutigen Sack vorstellt, der von zehn parallelen Längsnerven, die sich am Grunde und an der Spitze vereinigen, durchzogen und von zahlreichen secundären, erstere unter einander verbindenden Quernerven durchsetzt wird. Aus der Fig. 11, erkennt man überdies noch, dass dieser Sack ein kleines breit gedrucktes und spitz zulaufendes Nüsschen, das sich am Grunde befindet, einschliesst.

Diese ganze Beschreibung passt so genau auf die Gattung *Ostrya* und die Grösse dieser Fruchthüllen so auf *Ostrya virginica*, dass nur die in unseren Fossilien scheinbar viel kleineren Früchte mich abhalten, dasselbe geradezu als *Ostrya virginica* zu erklären.

---

[1]) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1851, p. 179.

Nur nebenbei sei mir die Bemerkung erlaubt, dass die auf derselben Tafel Fig. 4 und 5 gezeichneten Blätter wohl auch zu dieser Art passen würden.

101. *Ostrya Prášili*, Ung.

Taf. XLIII, Fig. 12—15.

O. Prášili, Nucula intra utriculum solitaria 3 lineas longa ovato-acuminata subcompressa striata apice contorta.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 408.
In stagnigena lapide molari ad Gleichenberg Stiriae.

Ich verdanke diese interessante Mittheilung Herrn Dr. Wenc. Prášil, Badearzt in Gleichenberg, der jahrelang bemüht ist, die Umgebung des Badeortes naturhistorisch zu durchforschen und auch den Pflanzenresten der Vorwelt namentlich den in dem bekannten Mühlsteinbruche am Gleichenberger Kogel vorkommenden, seine Aufmerksamkeit zugewendet hat.

Als eines der wichtigsten Ergebnisse ist die Auffindung mehrerer kleiner nüsschenartiger Früchte zu betrachten, die hier Taf. XLIII, Fig. 12—15, abgebildet sind, jedes auf der Vor- und Rückseite und Fig. 14 u. 14* auch von der Seite gesehen, als Fig. 15. Die Form dieser Früchte ist eiförmig zugespitzt, etwas zusammengedrückt mit gedrehter Spitze. Nur an einer Seite ist eine Streifung wahrzunehmen, während die andere Seite glatt erscheint. Es scheinen mir dies nicht Samen, sondern nussartige Früchtchen zu sein, die sich vorläufig am besten unter die Gattung *Ostrya* unterbringen lassen. Der untere Theil der mit abgebildet ist und worauf die Nüsschen sitzen, ist ein Theil der Gesteinsmasse, in der sie eingeschossen waren.

Ordo XX. ULMACEAE.

102. *Zelkova Ungeri*, Kov., Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1851, p. 178.

Taf. XLIII, Fig. 19.

Z. Ungeri, fructibus nucamentacibus, transverse rugosis, postice gibbis in axillis foliorum solitaris, foliis distichis breviter petiolatis basi subaequalibus ovato acuminatis grande dentatis v. crenatis penninerviis.

Ulmus zelkovaefolia Ung. Chlor. prot. p. 94, t. 24, f. 7—12. Gen. et spec. plant. foss. p. 411.
Planera Ungeri Ett. Die Tertiärfloren p. 14, (ex parte).
In formatione tertiaria ad Parschlug Stiriae, Erdöbénje Hungariae ad Monte Bolca (?) ad Senogalliam Italiae nec non in sedimentis Tegel dictis Vindobonae.

Durch die Entdeckung eines mit Früchten versehenen Zweiges dieser Pflanze durch Herrn J. v. Kováts, Custos am ungrischen National-Museum in Pesth, ist ein grosses Licht über eine in der Tertiär-Formation sehr häufig vorkommende Pflanze verbreitet worden. Er fand diesen von Blättern zwar entblössten, aber nichtsdestoweniger in der Nähe von den dazu gehörenden Blättern vorgekommenen Zweig in dem an schön erhaltenen Pflanzenresten ausgezeichneten Orte Erdöbénje nächst Tokay in Ungern.

Während der Anwesenheit des Herrn v. Kováts in Wien (im Mai des Jahres 1851) hatte ich das Vergnügen, nebst vielen andern interessanten Pflanzenresten jener Localität auch die eben erwähnten Zweige zu sehen. Wer je einen fruchttragenden Zweig von *Zelkova crenata* Spach. gesehen hatte, musste augenblicklich die grosse Uebereinstimmung beider erkennen.

In der That sind die an dem Zweige sitzenden rundlichen, deutlich an einer Seite eingedrückten nussartigen Früchte nicht nur ihrer Form und Beschaffenheit, sondern auch ihrer Grösse nach mit den Früchten der obgenannten Pflanze vollkommen übereinstimmend. Dasselbe ist aber auch mit den Blättern der Fall, wie ich das bereits seit langem in meiner *Chloris protogaea* p. 94 dargethan habe.

Auch aus dem Wienerbecken und zwar aus den untern Schichten des Ziegelthons bei Hernals erhielt ich Blätter derselben Art von Herrn Zelebor in Wien. Endlich glaube ich auch ähnliche Blattformen in der Sammlung des Herrn Grafen Gazola in Verona bemerkt zu haben.

Neuerlichst hat Herr Const. v. Ettingshausen in seiner Schrift: Die *Tertiärfloren* u. s. w. 1851, p. 14, dieser Species, die er *Planera Ungeri* nennt, eine meinen sorgfältigen Forschungen zufolge viel zu grosse Ausdehnung gegeben, gegen die als grösstentheils unbegründete Meinung ich Verwahrung einlegen muss. Ich habe eine zu grosse Menge von Blättern, die ich früher *Ulmus zelkovaefolia* nannte, vor mir, um nicht die Formen, welche Alex. Braun *Ulmus parvifolia*

*) Ann. d. scienc. nat. Sér. 3. Tom. X. 1848, p. 261.

und ich *Ulmus praelonga, Comptonia ulmifolia* endlich *Fagus atlantica* nannte von denselben unterscheiden zu können, auch besitze ich hinlängliche Exemplare von *Zelkova crenata* Spach und *Zelkova cretica* Spach (*Abelicea cretica* Pona) um die verschiedenen Abweichungen der Blattformen dieser Species zu übersehen.

Ich beschränke mich hier darauf in Taf. XLIII, Fig. 19, nur eine der extremsten Formen mitzutheilen und die Darstellung der übrigen Formen einer speciellen Mittheillung zu überlassen. Endlich kann ich auch nicht in der Benennung dieser Pflanze Herrn v. Ettingshausen folgen, sondern muss der richtigeren und auch in anderer Beziehung zweckmässigeren des Herrn Kováts den Vorzug geben. Die Gattung *Planera*, von der nur eine einzige Art bekannt ist, gehört Nordamerika an, von der die von Planchon als Subgenus angesehene asiatische und europäische Pflanze nämlich *Zelkova crenata* Spach mit der vermuthlichen Varietät *Zelkova cretica* sicherlich eben so verschieden ist, als die Gattung *Ulmus* von der Gattung *Planera*.

103. *Ulmus praelonga*, Ung.

Taf. XLIII, Fig. 20.

U. praelonga, foliis ovato oblongis tripollicaribus, basi inaequalibus acuminatis grosse dentatis, dentibus aequalibus acutis, nervis secundariis parallelis ut plurimum simplicibus, rete venoso distincto.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 411.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Ob dieses Blatt, was nur höchst selten in Parschlug vorkömmt, nicht besser bei der Gattung *Zelkova* als bei *Ulmus* steht, will ich vor der Hand in Frage gestellt sein lassen, allein es geradezu mit *Zelkova Ungeri* Kov zu vereinigen, halte ich desshalb für voreilig, weil zwar längliche Blattformen von dieser Art häufig vorkommen, diese sich jedoch zu jener Grösse und Configuration durchaus nicht erheben, anderseits gewiss nicht in Abrede gestellt werden kann, dass ausser der einen nicht auch eine zweite Species von *Zelkova* in der Vorwelt entwickelt sein könnte.

104. *Ulmus parvifolia*, Alex. Braun.

Taf. XLIII, Fig. 21, 22.

U. parvifolia, foliis previter petiolatis basi subaequalibus ovatis apice acutis aequaliter dentatis penninerviis, pollicem vix aequantibus saepius minoribus.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 411.
In formatione tertiaria ad Parschlug (Fig. 22), Oeningen, Swoszowice nec non ad Radobojum (Fig. 21).

Wenn Herr v. Ettingshausen desshalb, weil mit den sicherlich zu *Zelkova Ungeri* gehörigen Blättern des Wienerbeckens auch Formen wie Fig. 5, 6, 10, 11, 12 u. s. w. vorkommen diese ohne weiters auch zu dieser Pflanzenspecies bringt, so macht er einen ähnlichen Schluss, wie *post hoc ergo propter hoc*. Nur wenn er uns gezeigt hätte, dass beiderlei Formen an einem und demselben Zweige vorkämen, würde seine Annahme gerechtfertigt sein, dagegen geht aber aus seinen eigenen Darstellungen das Gegentheil hervor.

Es ist hier nicht der Ort noch weiter in die Controverse dieses Gegenstandes einzugehen, und muss mir ihn auf einen andern Ort versparen, wo ich meine Gegengründe und zwar ebenfalls auf weitere Ausbeuten von Parschlug und anderer Orte gestützt, ausführlicher entwickeln kann. Nur so viel sei mir hier zu bemerken erlaubt, dass in der Wissenschaft zumal in der Paläontologie nicht genügt, eine Ansicht dadurch zu begründen, dass man die ältere mit souvräner Miene über den Tisch hinab wischt.

Herr v. Ettingshausen hat wohl vergessen, dass nach dreierlei ganz verschiedenen Früchten von *Ulmus* in Parschlug höchst wahrscheinlich auch drei Species davon nach den Blättern vorhanden sein werden.

105. *Ulmus quercifolia*, Ung.

Taf. XLIII, Fig. 23, 24.

U. quercifolia, foliis breviter petiolatis ovato-acuminatis basi attenuatis argute dentatis penninervis, nerviis secundariis subsimplicibus.

Ung. Gen. et. spec. plant foss. p. 411.
Ad Parschlug et Obdach Stiriae.

Ich habe schon in meiner *Chloris protogaea* Tab. XXV, Fig. 5, eine Abbildung dieses Blattes gegeben. Gegenwärtig folgt noch eine zweite aus derselben Localität, Fig. 24, und eine dritte aus ähnlicher Schichte bei Obdach in Steiermark von Herrn v. Morlot gesammelt. Es steht sehr dahin, ob dieses Blatt ein *Ulmusblatt* ist, da ich aber keinen passernderen Platz für dasselbe weiss, mag es bis auf weiters unter dieser Gattung stehen.

Ordo XXI. CELTIDEAE.

106. *Celtis Japeti*, Ung.

Taf. XLIII, Fig. 25, 26.

C. Japeti, foliis membranaceis basi inaequalibus acuminatis serrato-dentatis, dentibus subaequalibus obtusiusculis, nervis secundariis infimis subbasilaribus nervo primario subaequalibus, reliquis minoribus ramosis in rete venosum dissolutis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 412.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae.

Eine Blattform, welche zu den seltensten in Parschlug gehört und bisher nur in beiden hier abgebildeten Exemplaren Fig. 25 und 26 von mir gefunden wurde. Ich enthalte mich einer näheren Beschreibung und bemerke nur, dass sie mit *Celtis canescens* Humb et Bonpl. zusammengehalten eine grosse Aehnlichkeit mit letzterem mexikanischen Baume zeigen.

Ordo XXII. BALSAMIFLUAE.

107. *Liquidambar protensum*, Ung.

Taf. XLIII, Fig. 27.

L. protensum, foliis petiolatis palmatifidis quinquelobis, lobis acuminatis dentatis, lobo medio maximo protenso trilobo.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 415.
Acer parschlugianum Ung. Chlor. prot. p. 132, t. 43, f. 5.
In schisto margaceo ad Parschlug Stiriae nec non ad Hohen Rohne Helvetiae.

Unter den zahlreichen Blättern von *Liquidambar europaeum* kommen ganz selten auch Blätter vor, wie ich eines, obgleich ziemlich unvollständiges, hier Fig. 27 abgebildet habe. Es zeichnet sich durch den verhältnissmässig sehr stark in die Länge gezogenen an der Spitze wieder lappigen Mittellappen aus. Ich schlage für diese unstreitig eine besondere Art von *Liquidambar* anzeigenden Blätter die Bezeichnung *Liquidambar potensum* vor. Nach einer brieflichen mit einer Zeichnung begleiteten Mittheilung von Prof. O. Heer in Zürch kommt diese Art nicht selten unter den Blattabdrücken der Hohen Rohne vor. Das von mir als *Acer parschlugianum* a. a. O. beschriebene und abgebildete Blatt kann eher zu dieser als zur folgenden Art gebracht werden.

108. *Liquidambar acerifolium*, Ung.

Taf. XLIII, Fig. 28.

L. acerifolium, foliis longe petiolatis palmato-trilobis, lobo medio producto, lobis lateralibus divaricatis, omnibus tenuissime dentatis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 415, exc. synon.
In schisto margaceo ad Parschlug.

Ich will es dahin gestellt sein lassen, ob dieses Blatt eine eigene Species der Gattung *Liquidambar* darstellt, nachdem von *Liquidambar europaeum* ausser den 5lappigen Blättern nicht selten auch 3lappige vorkommen. Vergleicht man indess das hier Fig. 28 abgebildete Blatt mit den auf Taf. XXIV, Fig. 4 und 5, meiner *Chloris protogaea* dargestellten Blättern, so kann man in der stärkeren Ausbildung des Mittellappens allerdings eine nicht unverkennbare Differenz entnehmen.

Ordo XXIII. SALICINEAE.

109. ***Populus gigas,*** Ung.

Taf. XLIV, Fig. 1.

P. gigas, foliis petiolatis maximis suborbicularibus septempollicaribus, basi cordatis grosse duplicato-dentatis vel undulatis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 417.
In schisto calareo-argillaceo ad Parschlug Stiriae.

Das hier Fig. 1 auf Taf. XLIV abgebildete Blatt obgleich nur zum Theile vorhanden, ist doch das Besterhaltene, das ich in Parschlug finden konnte, da diese Blätter überhaupt zu den Seltenheiten gehören.

Für ein Papelblatt spricht die Länge und Schmächtigkeit des Stieles die Form der Blattscheibe und die Vertheilung der Nerven.

Blätter von dieser Grösse und Form kommen nach den Mittheilungen von Herrn Alex. Braun auch in Oeningen vor, und derselbe hat sie früher zu *Populus latior* gestellt, von welcher Art sie sich doch merklich genug unterscheiden, um als eigene Art aufgestellt werden zu können.

110. ***Populus latior,*** Alex. Braun., Neues Jahrb. 1845, p. 169.

Taf. XLIV, Fig. 3—5.

P. latior, foliis longe petiolatis deltoideo-acuminatis basi truncatis grosse dentatis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 416.
In schisto calareo-argillaceo ad Parschlug et Oeningen.

Diese wie es scheint in Oeningen vorherrschende Pflanze ist auch in Parschlug nicht selten. Blätter von sehr verschiedener Grösse, im Ganzen aber von demselben Charakter sind hier Fig. 3, 4, 5, abgebildet und erweisen sich auch ohne den Blattstielen, die bei der Spaltung des Gesteines leider nicht erhalten werden konnten, nicht nur sicherlich als Papelblätter, sondern zeigen überdies noch viele Uebereinstimmung mit den Blättern von *Populus canadensis*. So schön erhaltene und häufig noch mit dem Zweige in Verbindung stehende Blätter, wie sie in Oeningen vorkommen, fand ich in Parschlug nie.

111. ***Populus Aeoli,*** Ung.

Taf. XLIV, Fig. 2.

P. Aeoli, foliis longe petiolatis suborbicularibus grosse dentatis penninerviis, dentibus subaequalibus approximatis curvatis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 416.
In schisto margaceo ad Parschlug.

Ein von den bisher bekannten Papelarten leicht zu unterscheidendes Blatt, das durch seine mehr kreisrunde Form sich den Blättern unserer einheimischen *Populus tremula* sehr nähert, von welcher es sich jedoch durch die kleineren, regelmässigeren und etwas nach aufwärts gekrümmten Zähne hinlänglich unterscheidet. Es gehört zu den selteneren Erscheinungen in Parschlug.

112. ***Populus serrata,*** Ung.

Taf. XLIV. Fig. 6.

P. serrata, foliis longe petiolatis suborbicularibus grosse serratis basi subcordatis penninerviis, dentibus subaequalibus subcurvatis acuminatis.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 416.
In arenaceo schistoso formationis miocenicae ad Oppidum St. Floriani Stiriae.

Ich verdanke die Mittheilung dieses interessanten Papelblattes meinem Bruder, Ferdinand, der es in einer sandigen Mergelschichte, welche die Strasse von St. Florian nach Grätz bei Gussendorf schneidet, hart an der Strasse mit mehreren andern Blattabdrücken erlangte.

Unter den lebenden Papelarten kommt diese Art der *Populus euphratica* Decaine und zwar der mit breiteren Blättern, welche Herr Th. Kotschy in Süd-Persien, zwischen Abuschir und Schiras gesammelt hat, ungemein nahe.

113. ***Populus leucophylla,*** Ung.

Taf. XLIV, Fig. 7, 8.

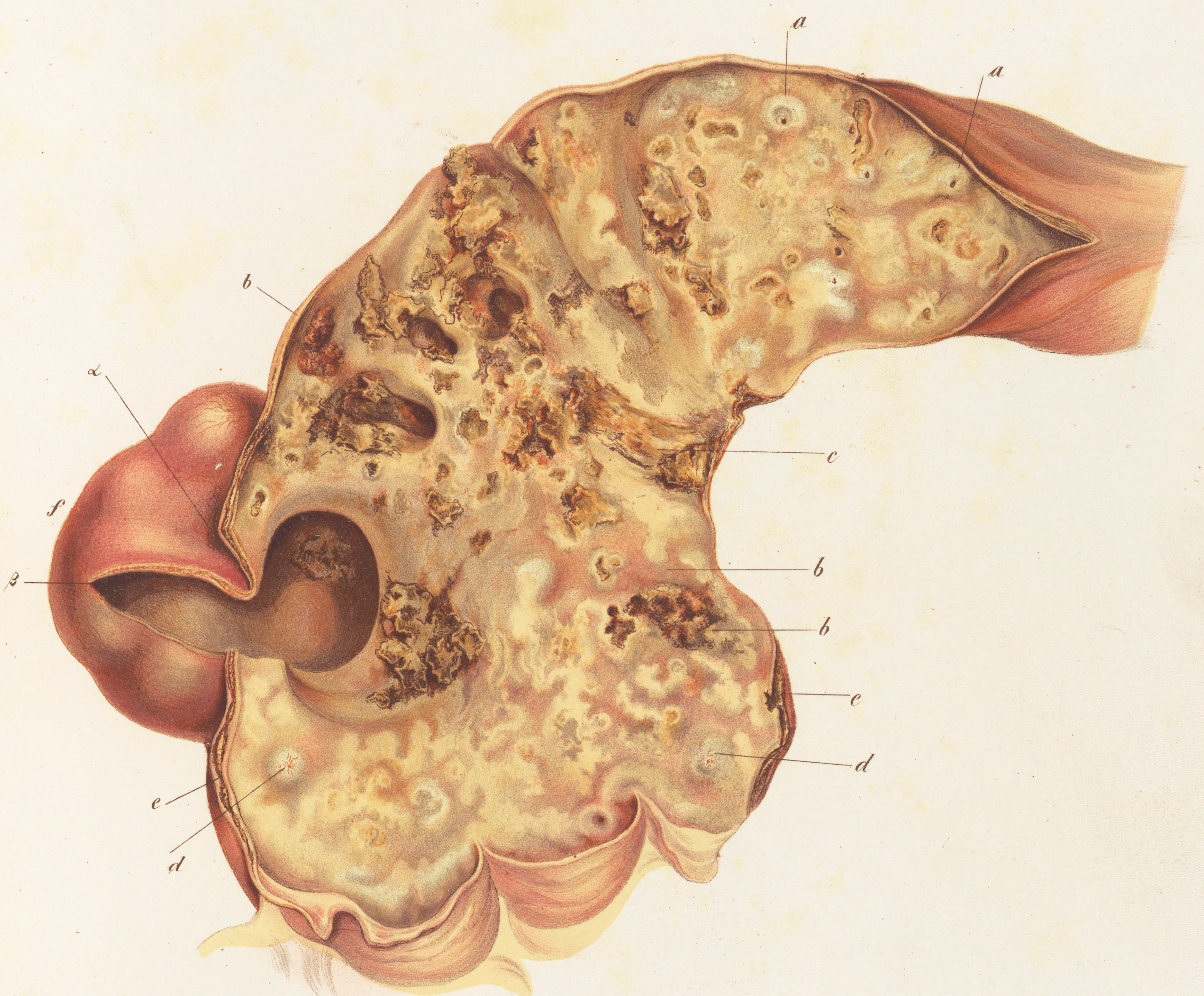
P. leucophylla, foliis petiolatis tri-quiquelobis repando-dentatis, nervis secundariis basilaribus nervo primario subaequalibus.

Ung. Gen. et spec. plant. foss. p. 417.
In arenaceo formationis tertiariae ad Freiberg Stiriae.

Diese Blätter, von denen ich hier Fig. 7 und 8 eine Zeichnung gebe, wurden nebst vielen andern interessanten Blattresten von einem meiner ehemaligen Schüler, Herrn Schimkowitz, bei Freiberg in Steiermark gesammelt. Diese Schichten, den obersten der Miocen-Formation Steiermarks angehörend, scheinen auch eine ganz andere Flora als die tieferen Schichten zu enthalten.

Die Blätter dieser Art gleichen sehr auffallend den Blättern unserer einheimischen *Populus alba*, unterscheiden sich jedoch einigermassen durch die bei weitem spitzigeren Lappen und Zähne, wodurch diese Blätter allerdings ein ganz eigenthümliches Aussehen erlangen, die sie sehr leicht von den Blättern von *Populus alba* unterscheiden lässt.

Um an diese Verwandtschaft zu erinnern, habe ich dieser fossilen Papel den Namen *leucophylla* gegeben.



Nach d. Nat. gemalt u. lith. v. Dr. Elfinger.

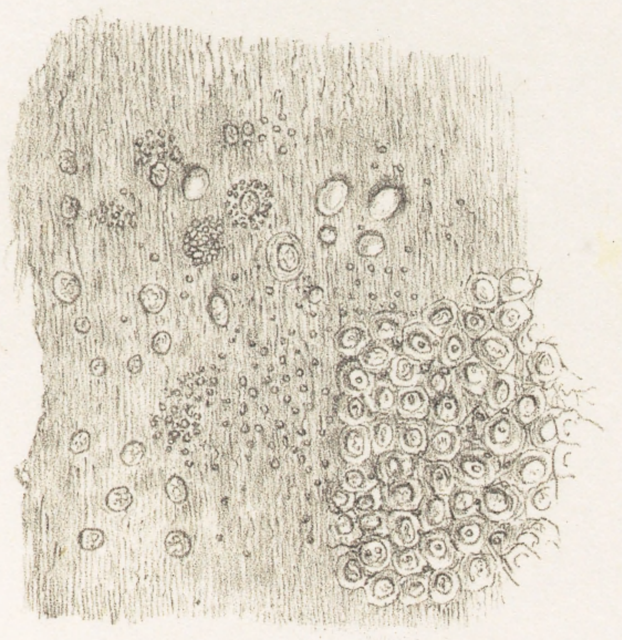
In Farb. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

BLANK
PAGE

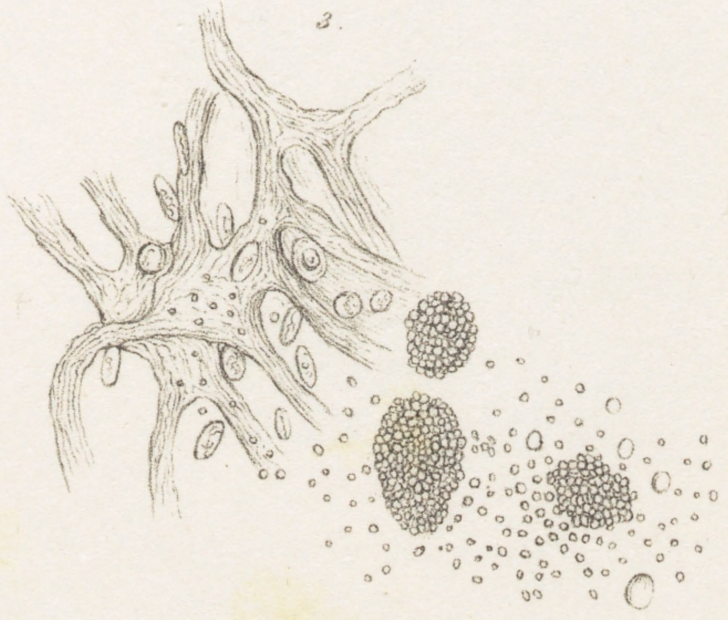
TAF. II.

2.

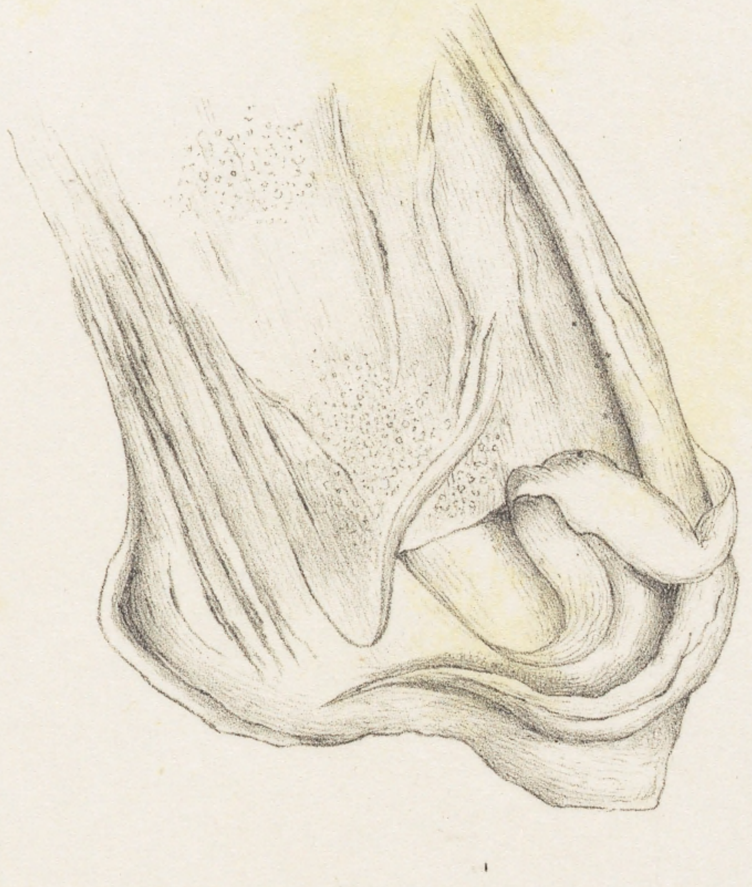
1.



3.



4.

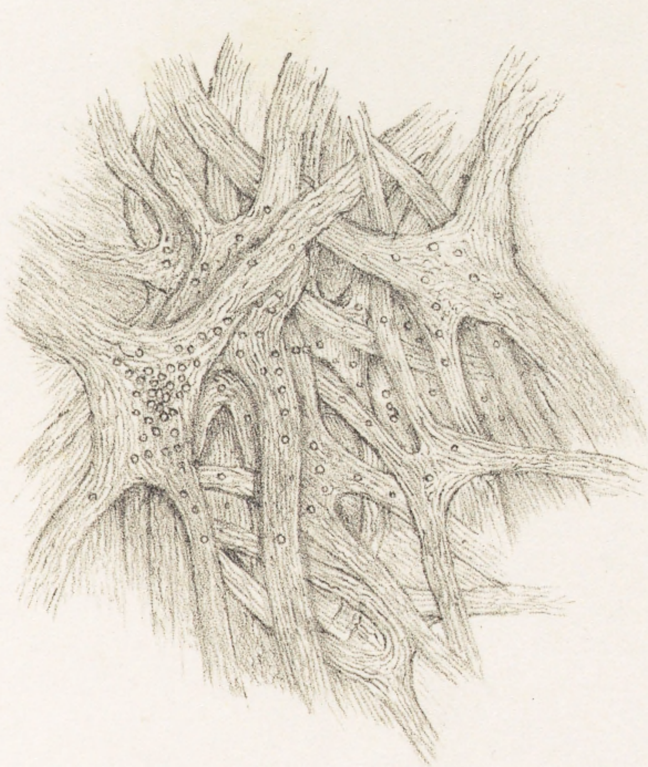


5.

6.

7.

8.



9.

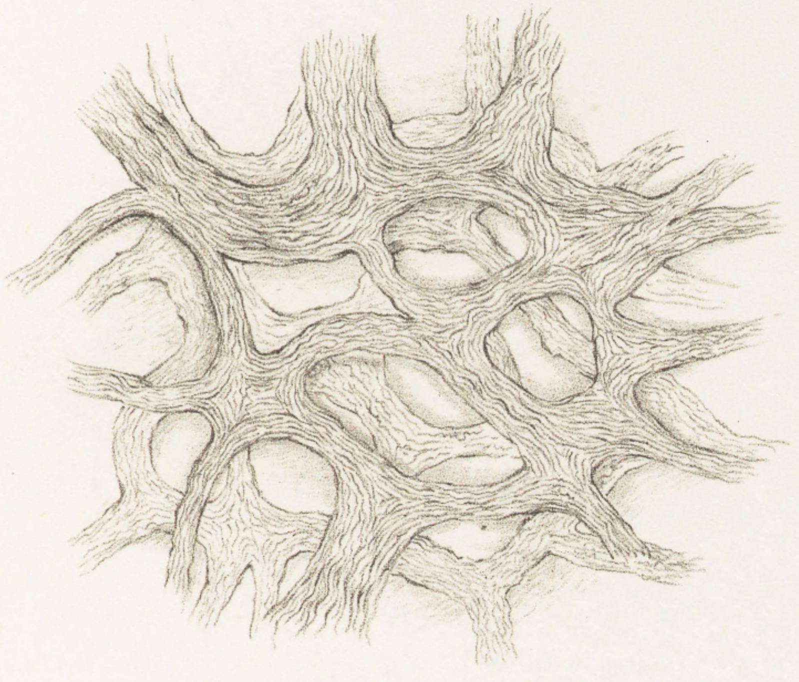
Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Natur gez. v. Prof. Rokitansky.

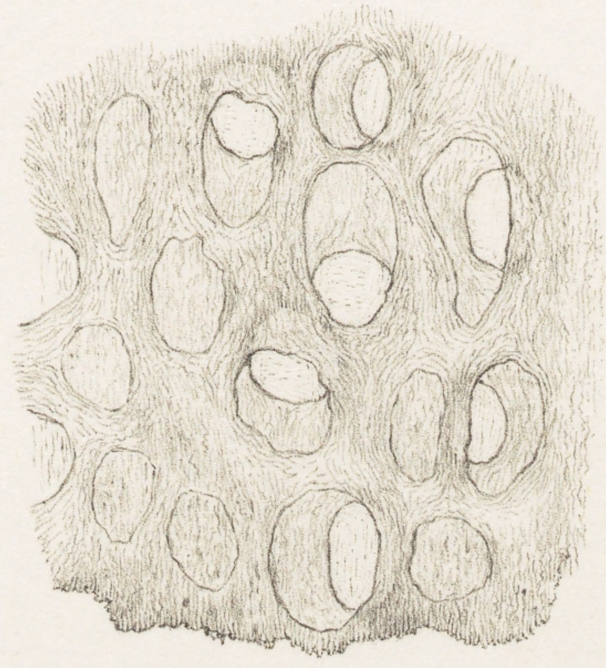
Lith. v. Nicol. Zehner. Gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK
PAGE

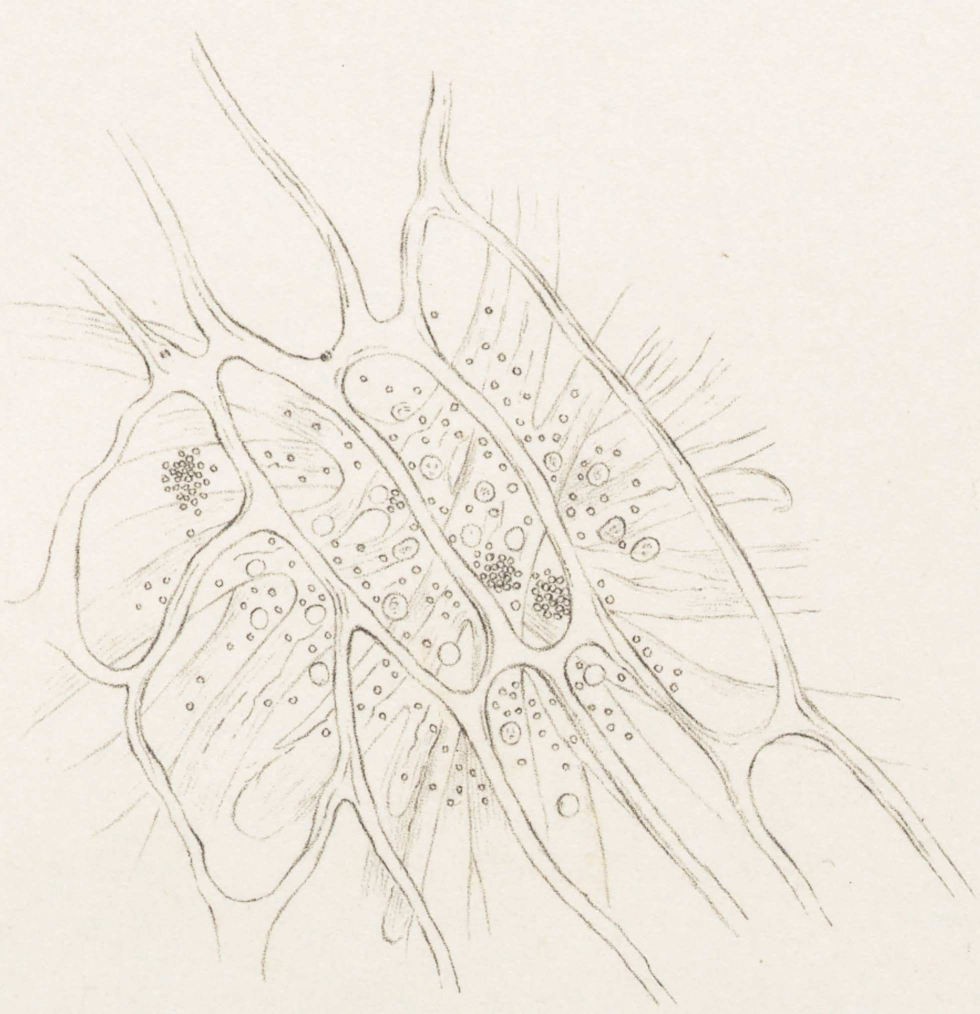
10.



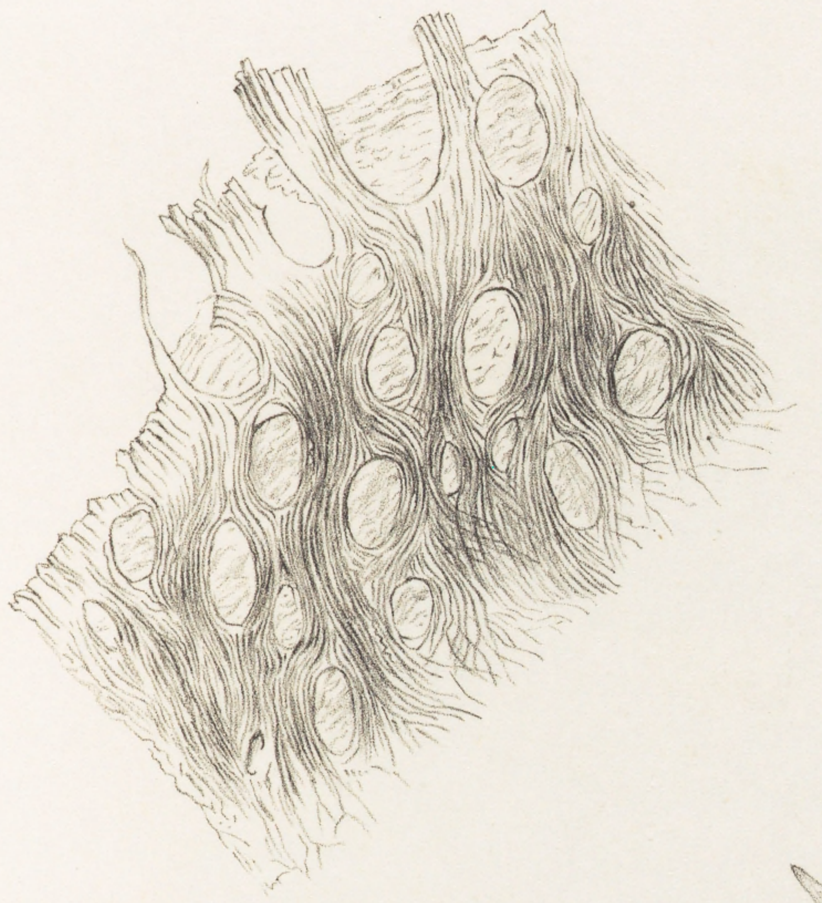
11.



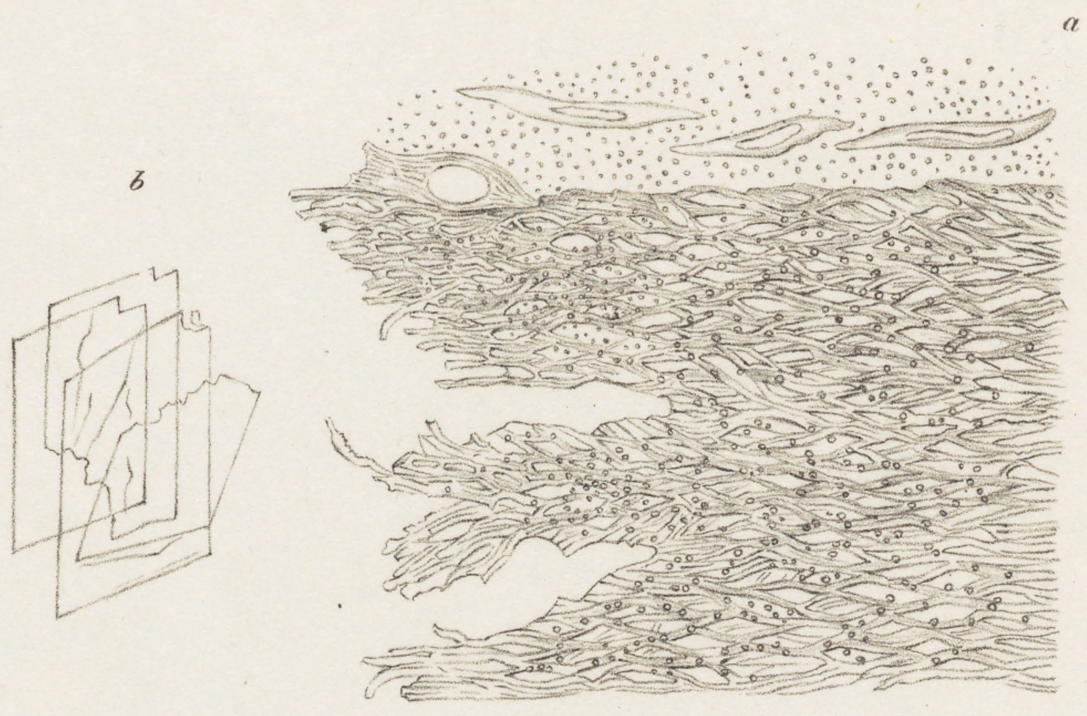
12.



13.

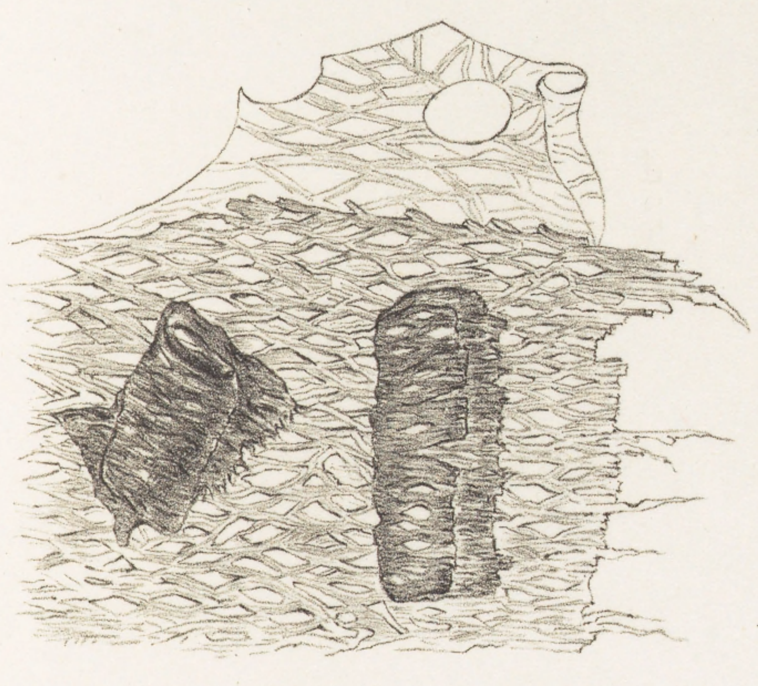


14.

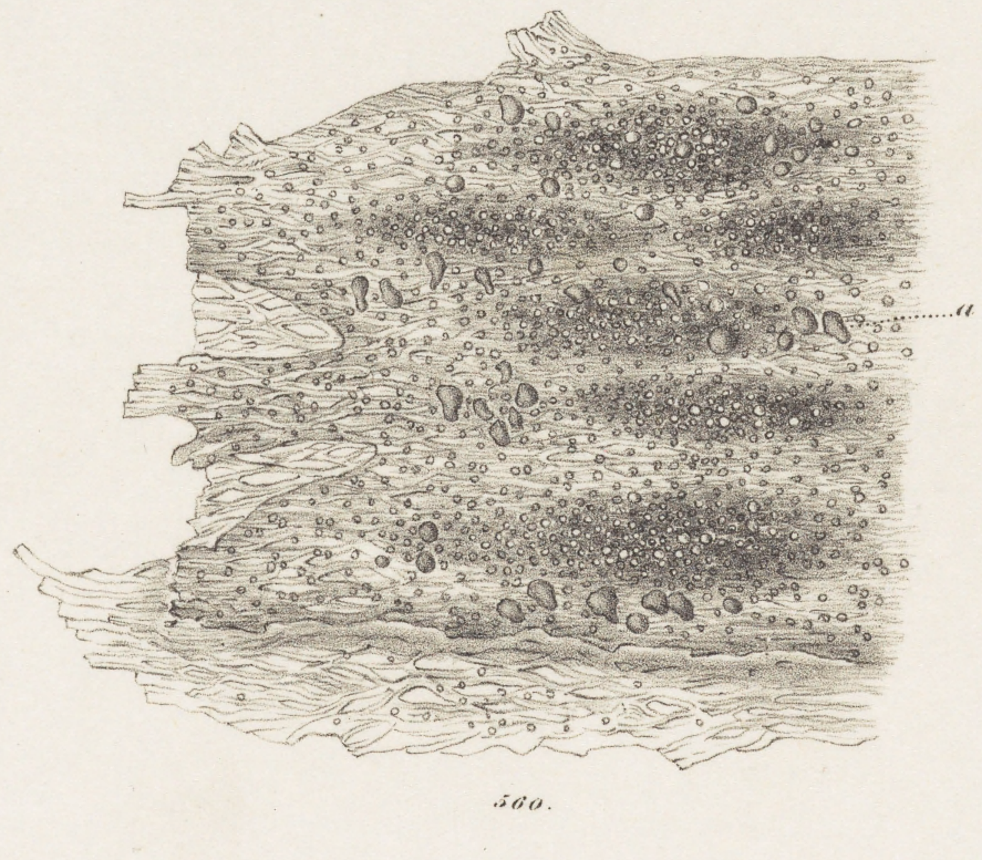


15.

16.



17.



560.

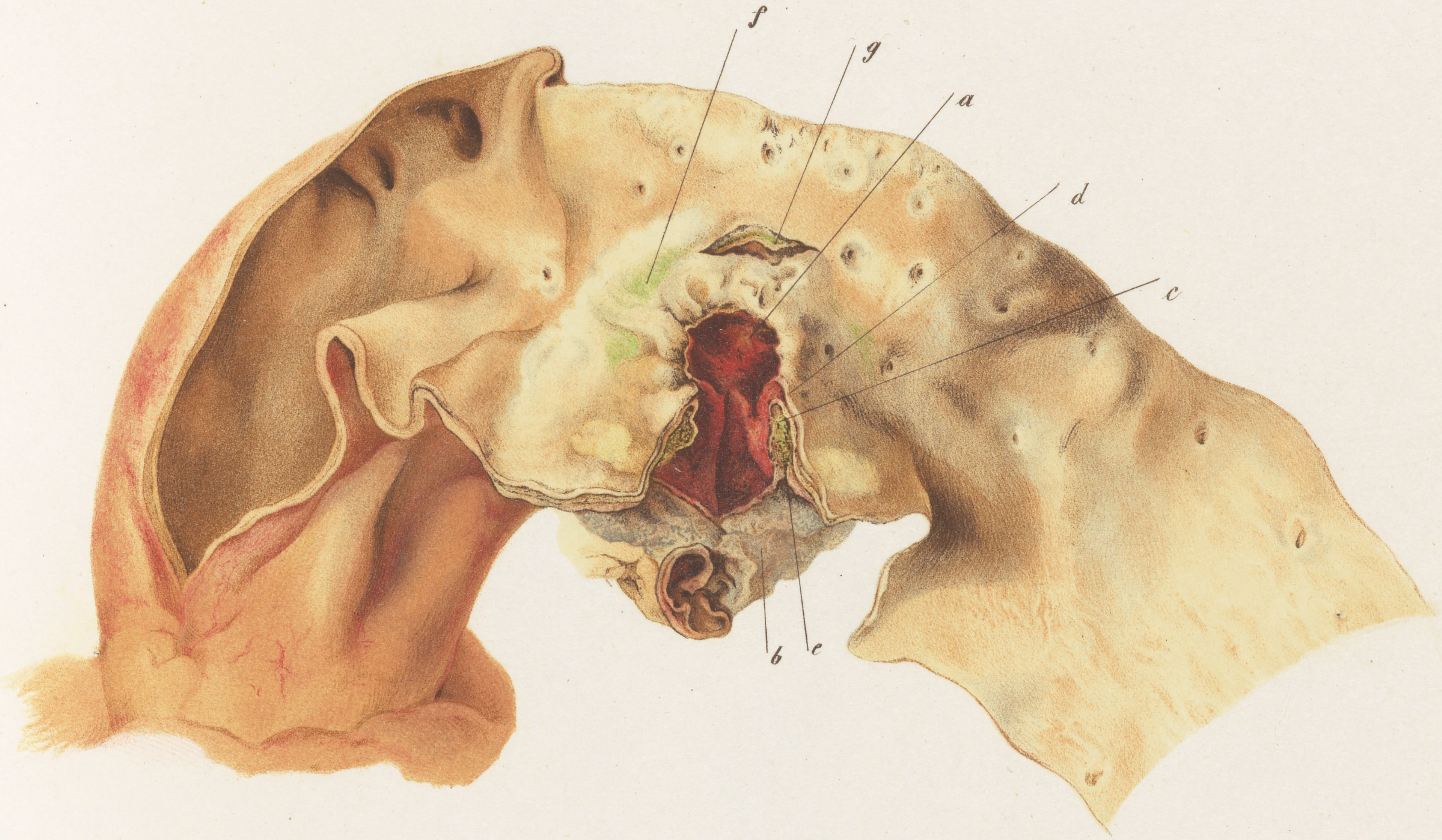
18.

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Natur ges. v. Prof. Rokitansky

Lith. v. Nicol. Zehner. Gedr. in d. k. k. Hof-u. Staats-Druckerei

BLANK PAGE



Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Nat. gemalt v. Nik. Zehner. Lith. v. Dr. Elfinger.

Jn Farb. gedr. in d. k. k. Hof-u. Staatsdruckerei.

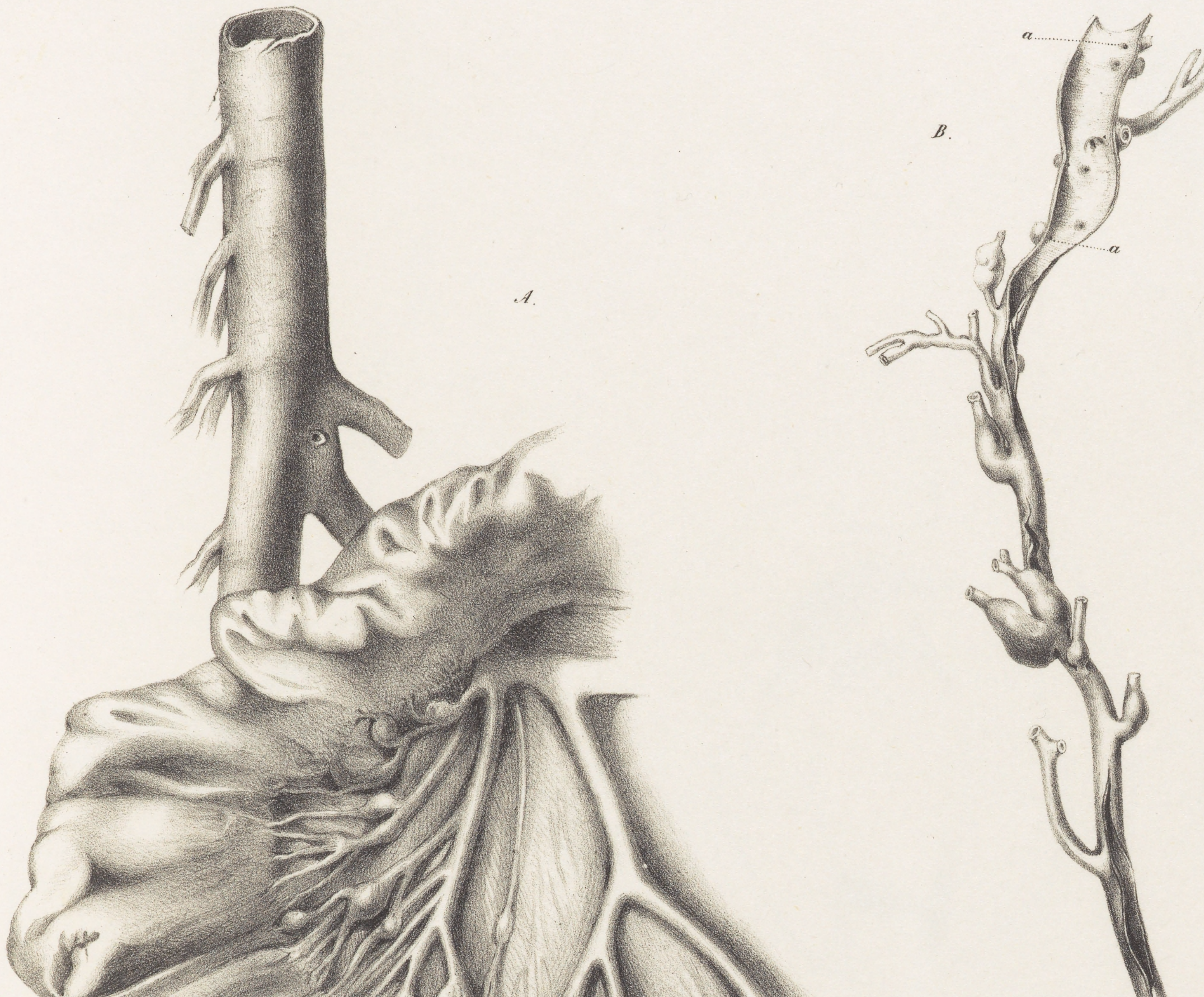
BLANK PAGE

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Nat. gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

Gedr. in d. k. k. Hof u. Staats, Druckerei.

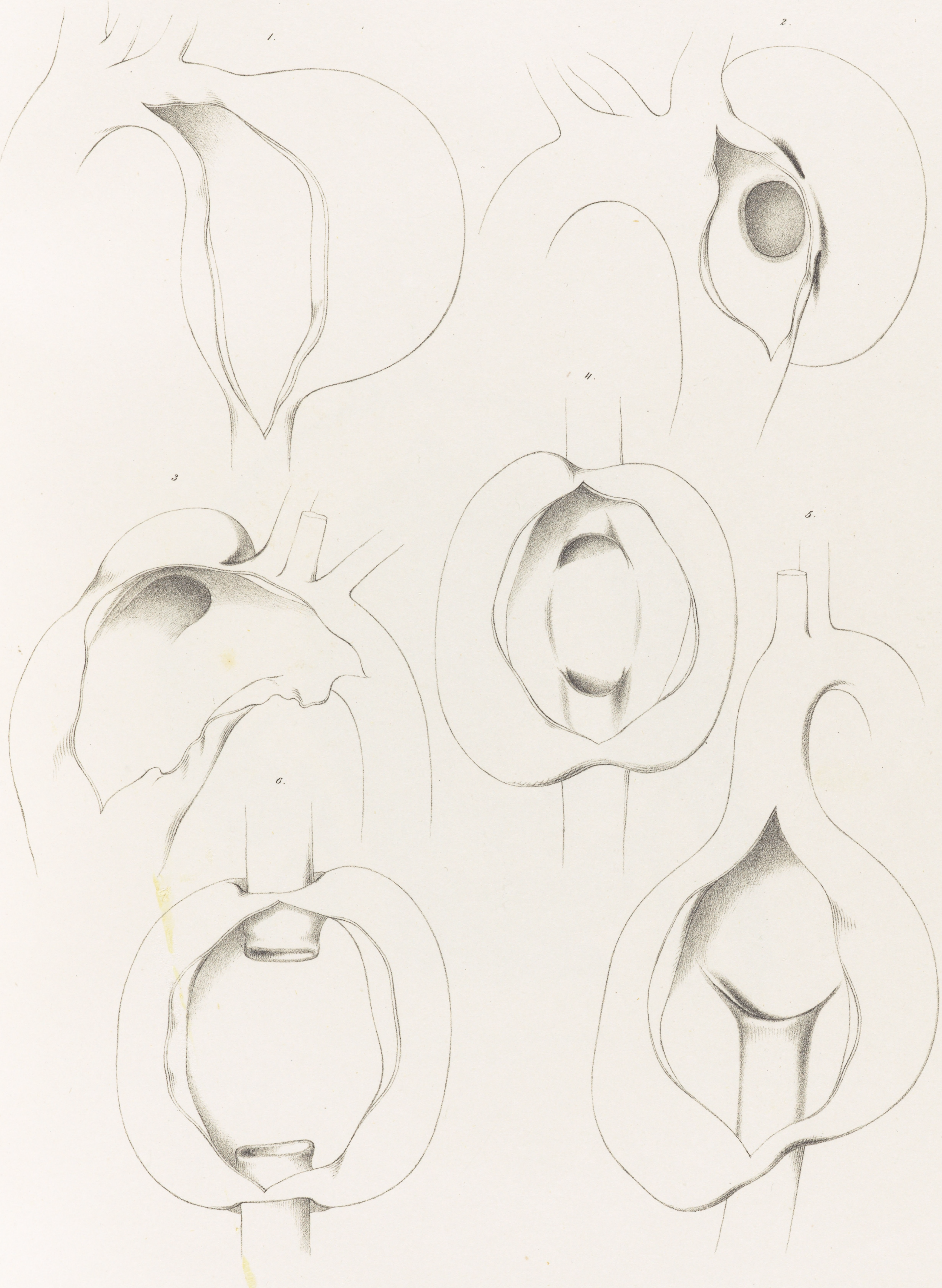
BLANK
PAGE



Nach d. Natur gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

Gedr. in d. k.k. Hof-u. Staats-Druckerei.

BLANK PAGE

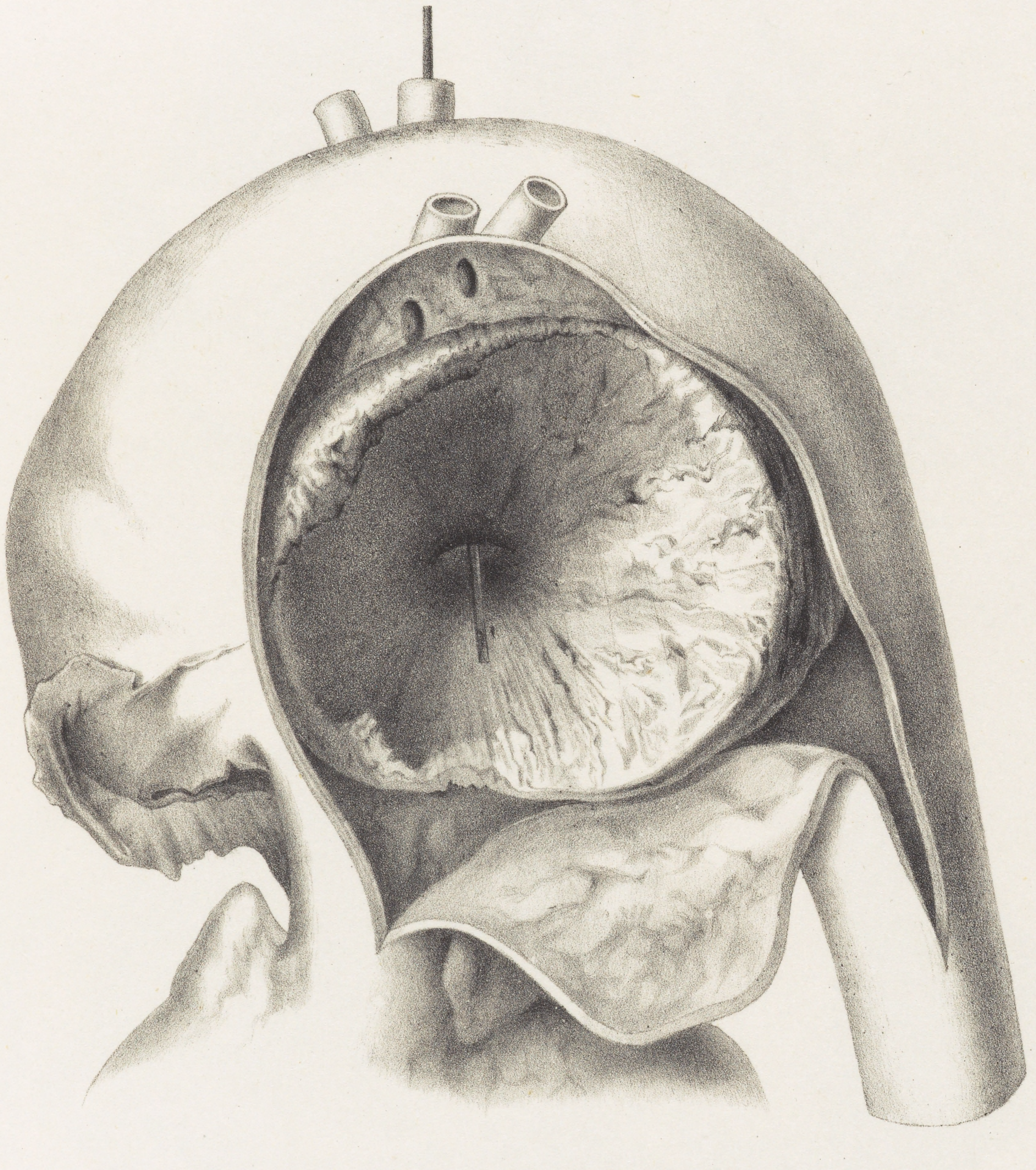


Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Natur gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

Gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK
PAGE



Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Nat. gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

Gedr. in d. k. k. Hof. u. Staats. Druckerei.

BLANK

PAGE

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Natur gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

Gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK PAGE

TAF. X

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften

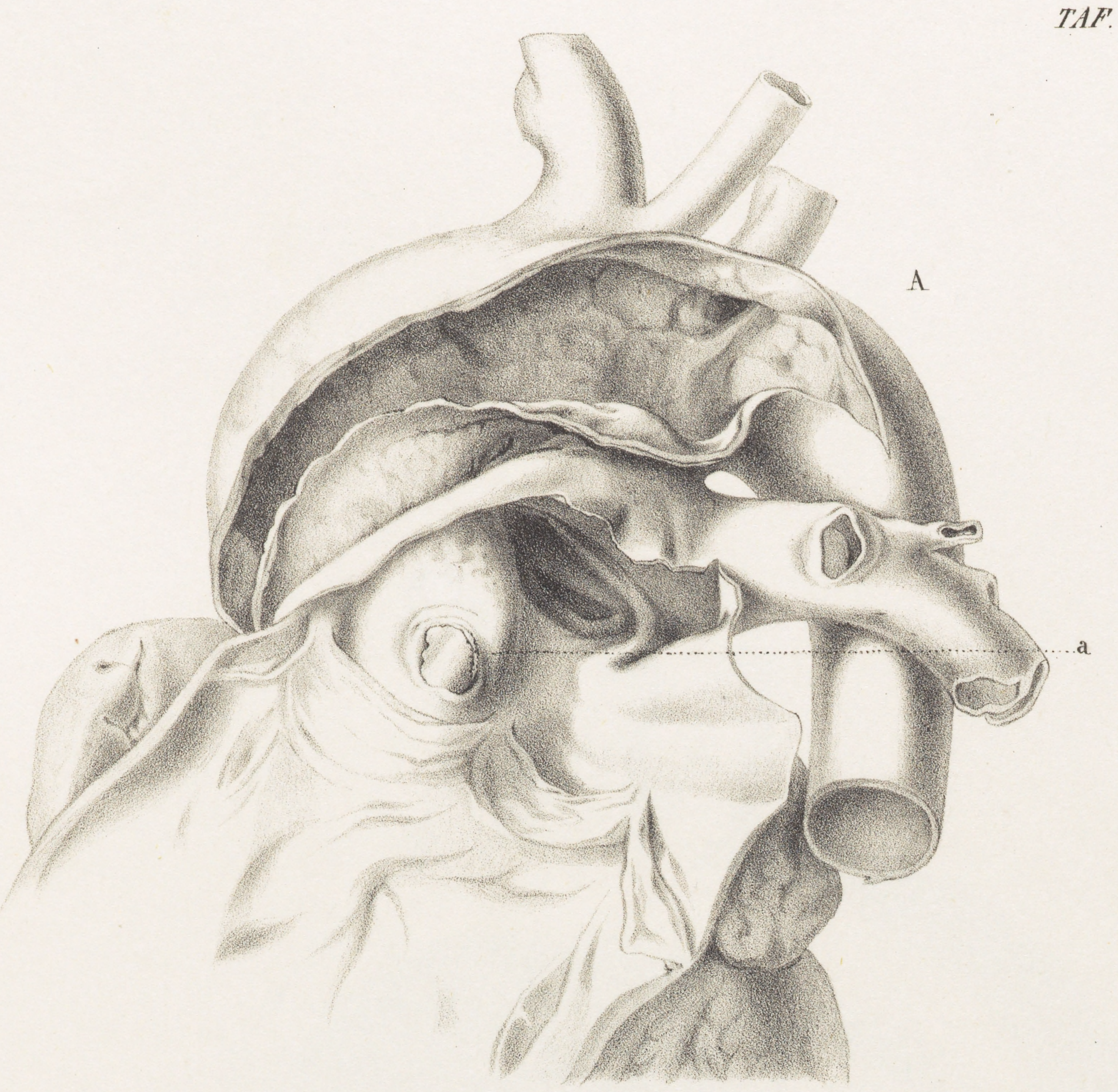
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Nat. gez. v. Dr. Ržehaczek, lith. v. Nicol. Zehner.

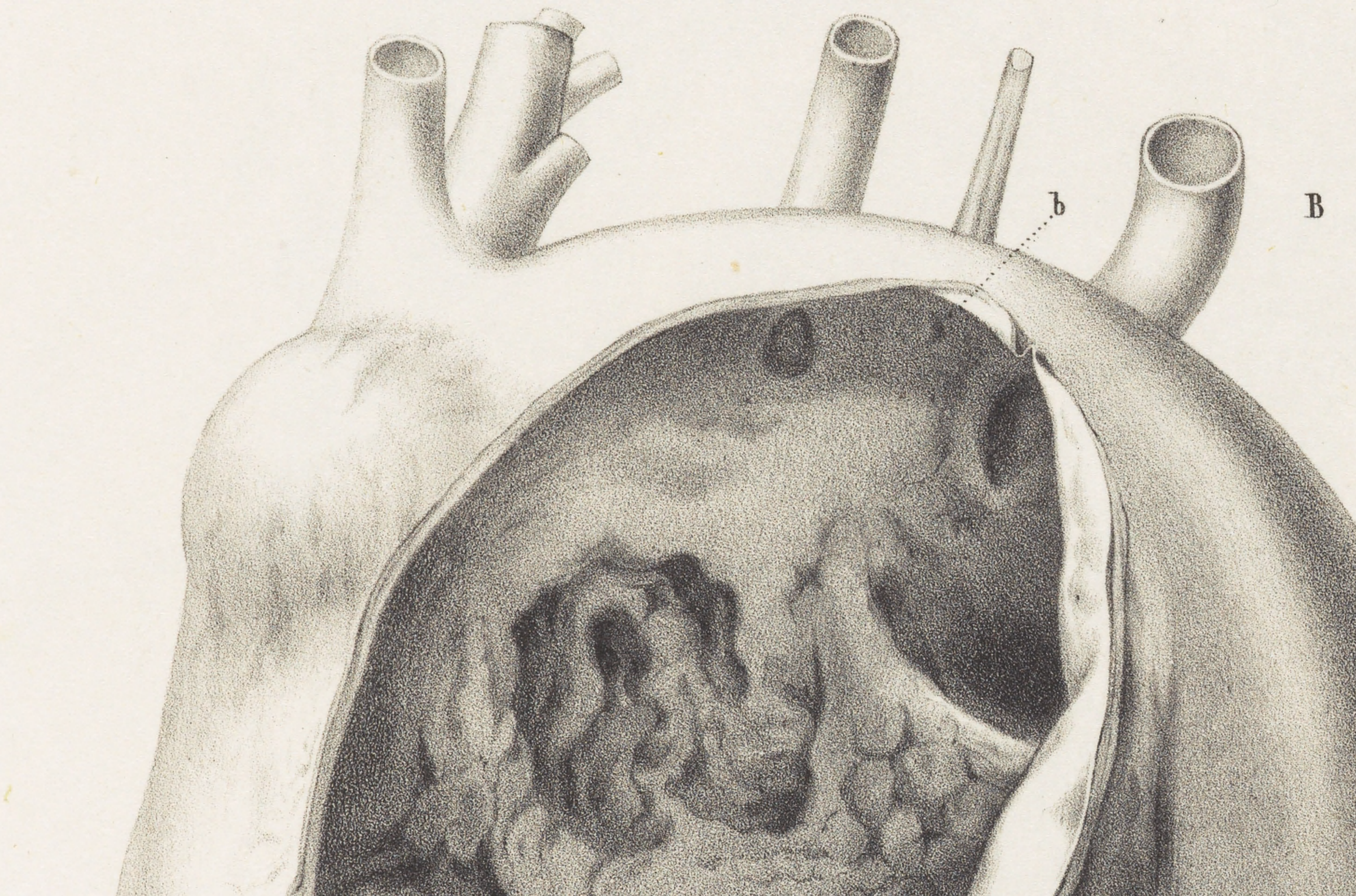
Gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei

BLANK
PAGE

A



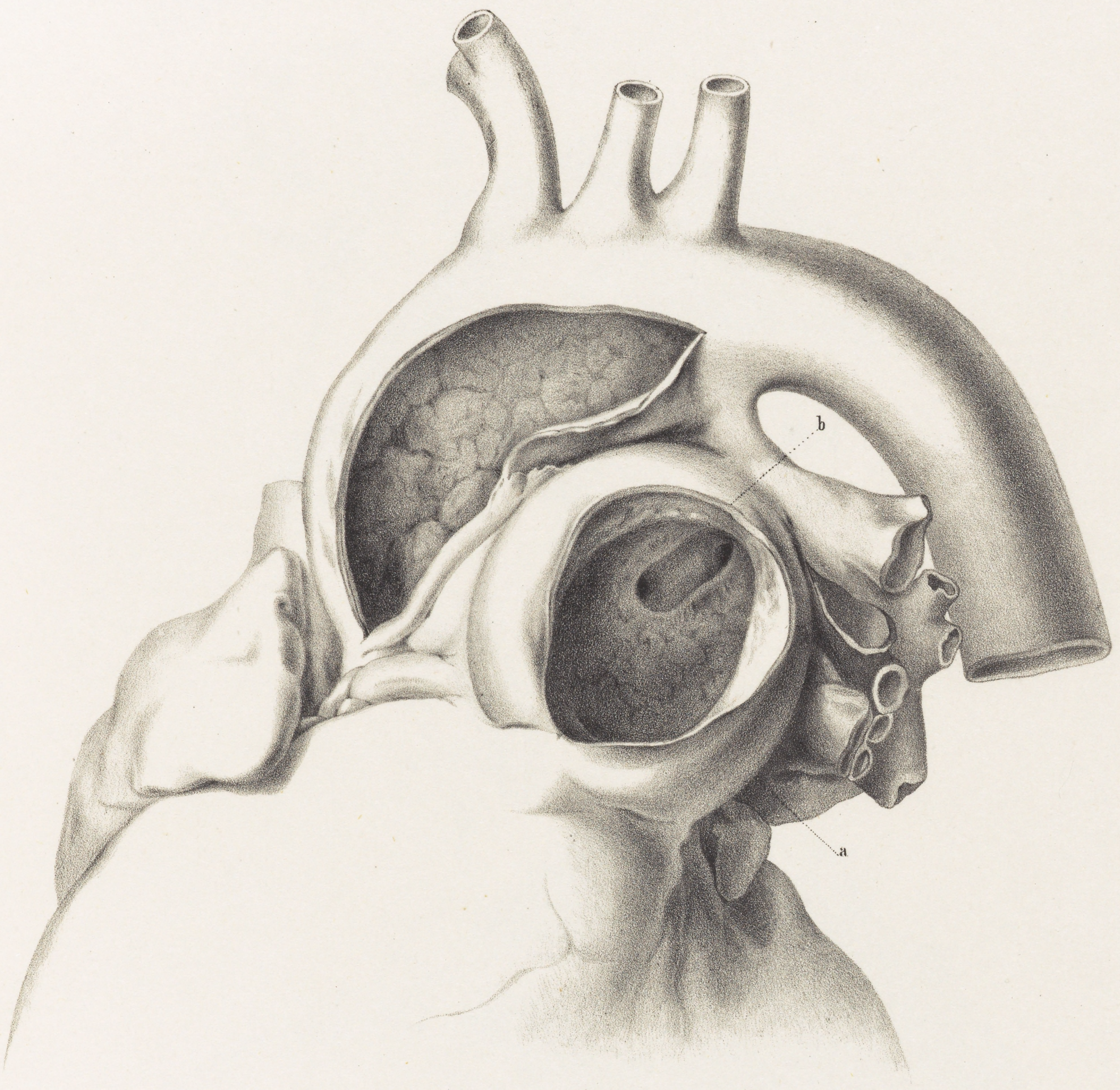
B



Nach d. Nat. gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

Gedr. in d. k. k. Hof u. Staats Druckerei.

BLANK
PAGE



Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Nat. gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

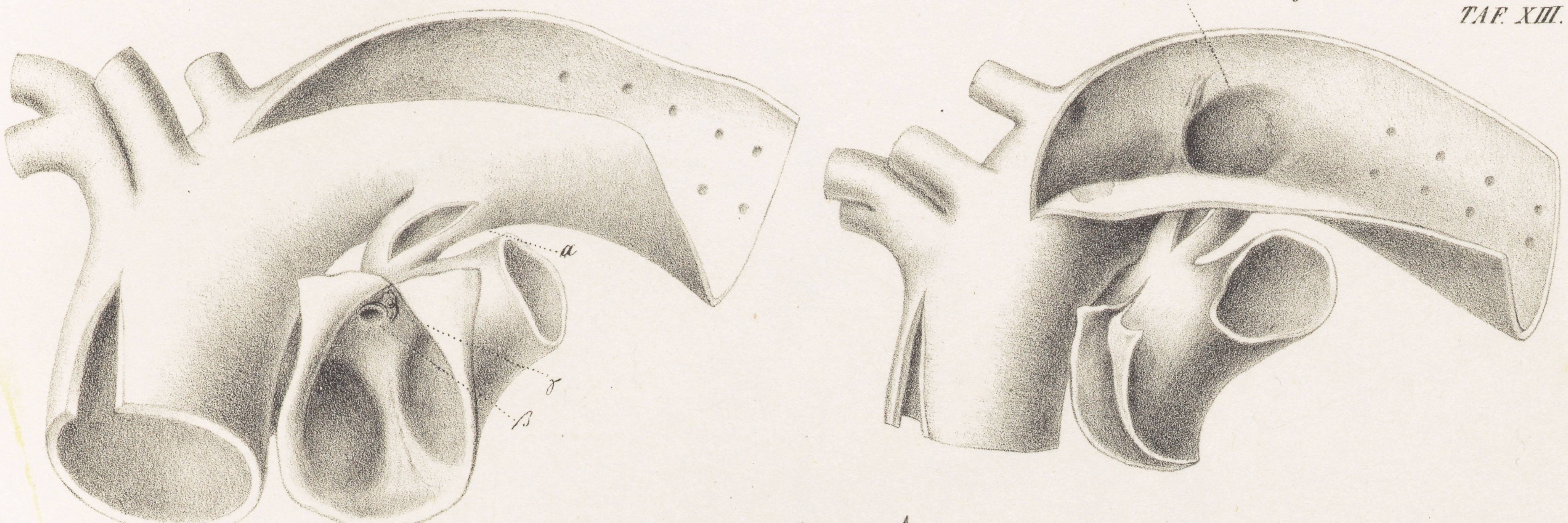
Gedr. in d. k.k. Hof. u. Staats Druckerei.

BLANK
PAGE

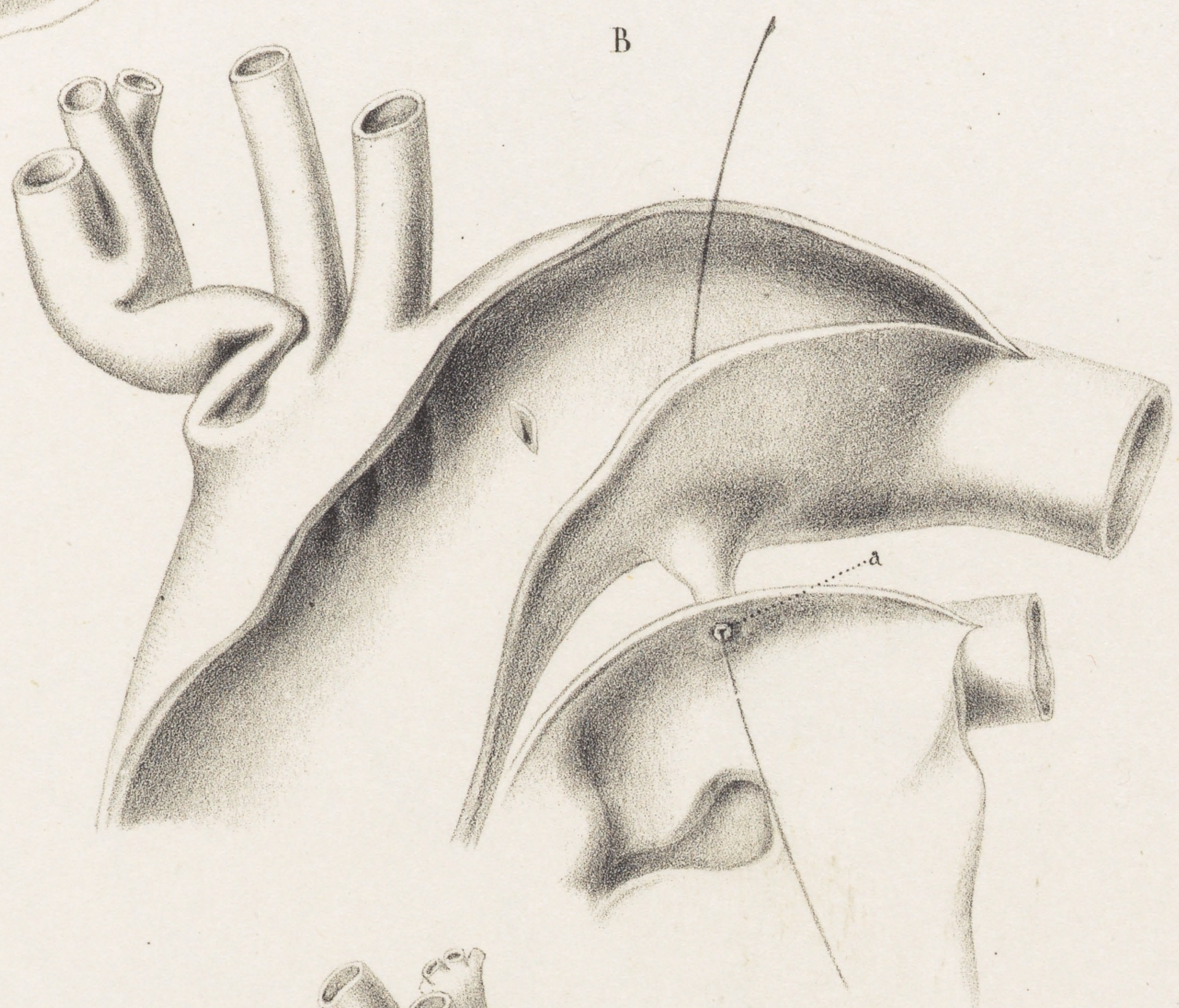
TAF. XIII.

A

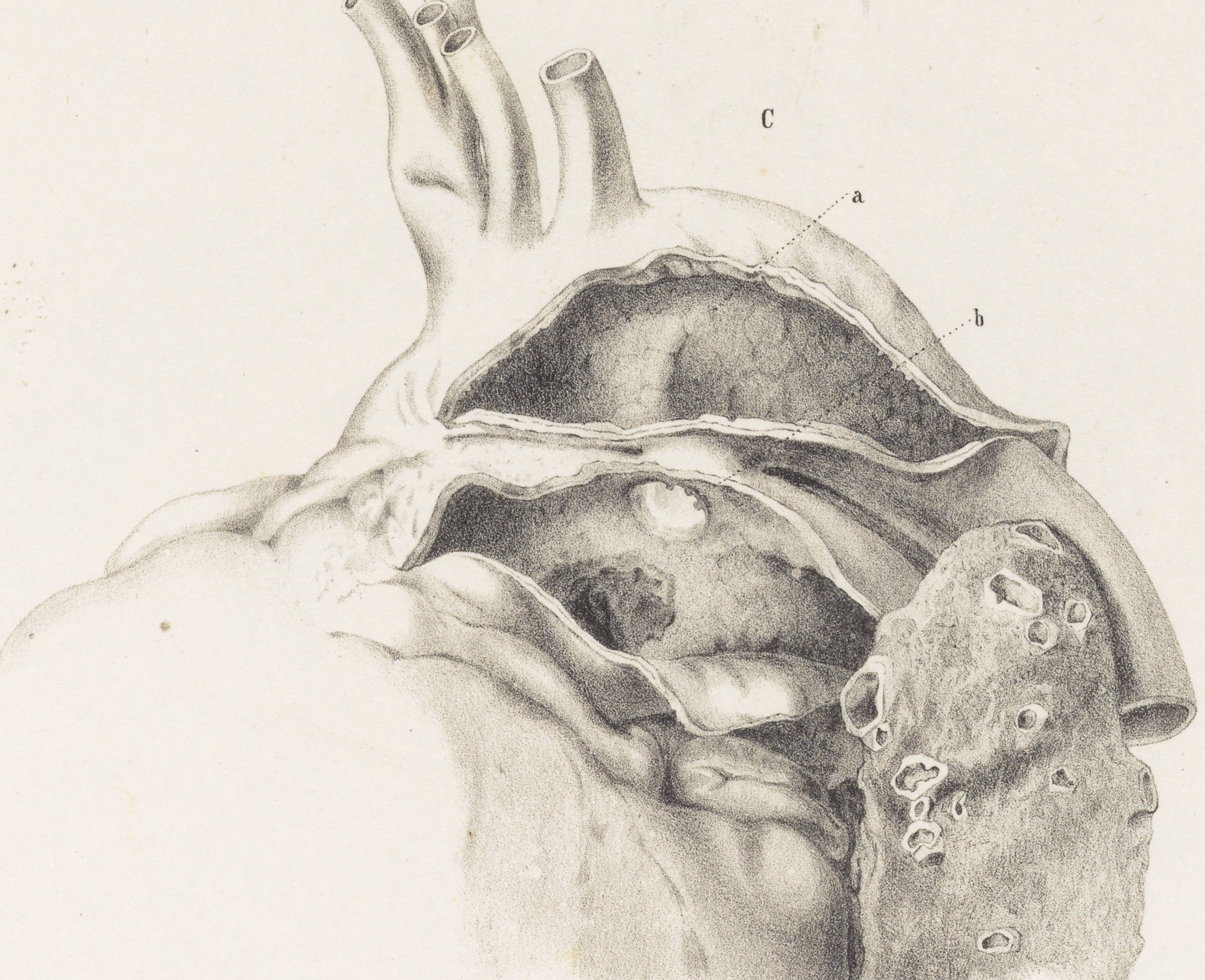
a b



B



C

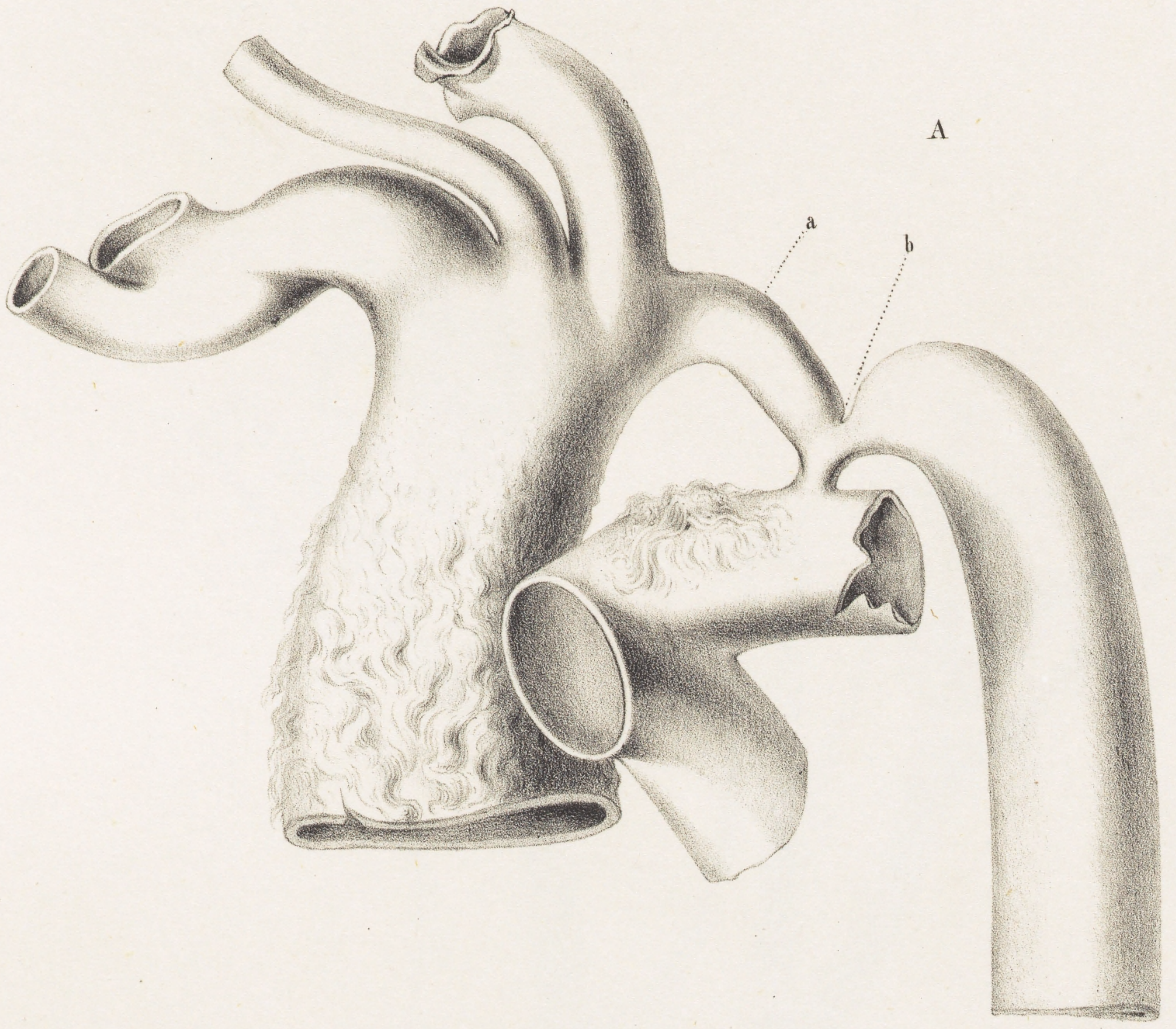


Nach d. Nat. gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

Gedr. in der k. k. Hof-u. Staats-Druckerei.

BLANK
PAGE

A



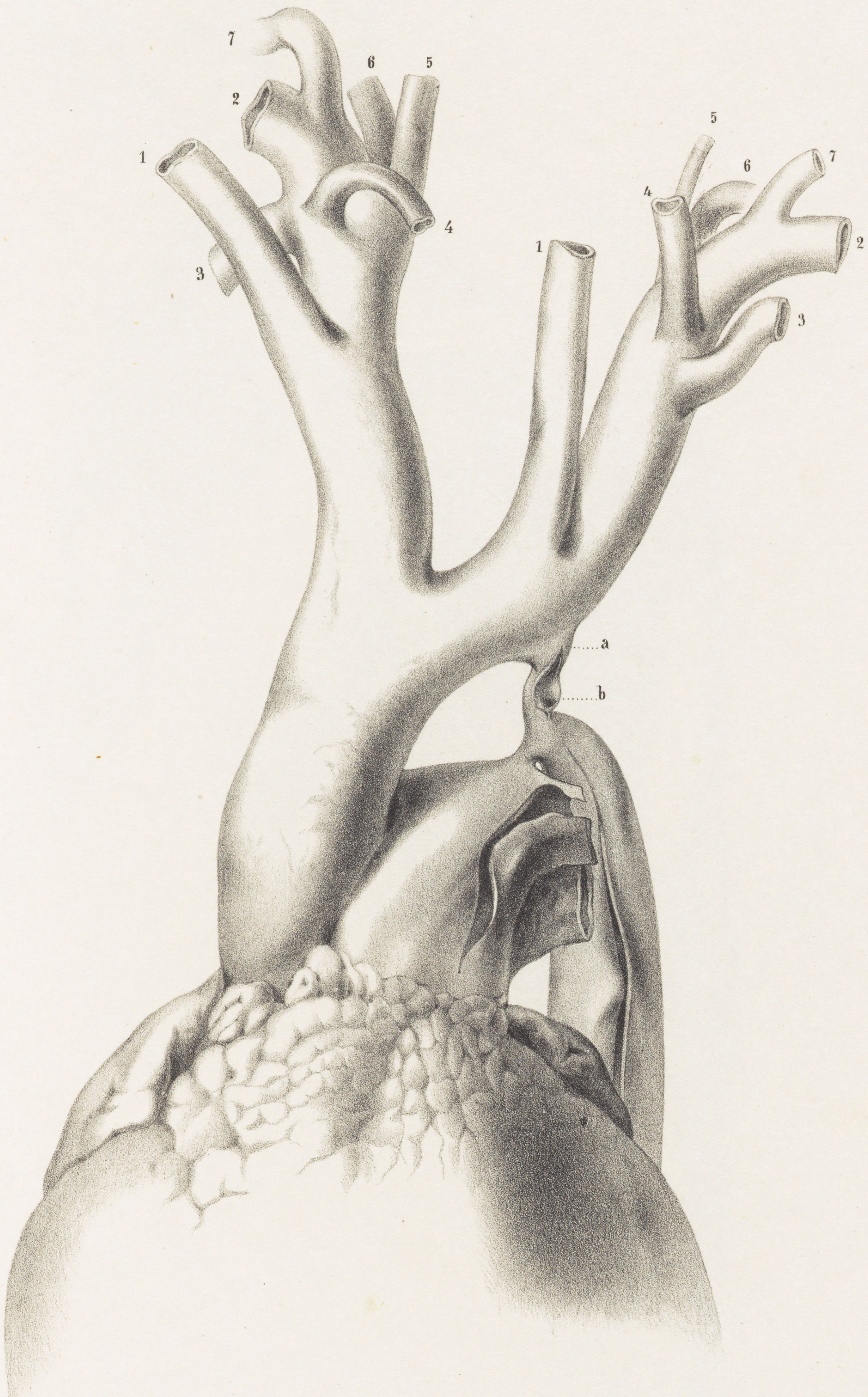
B

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Nat. gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

Gedr. in d. k. k. Hof. u. Staats. Druckerei.

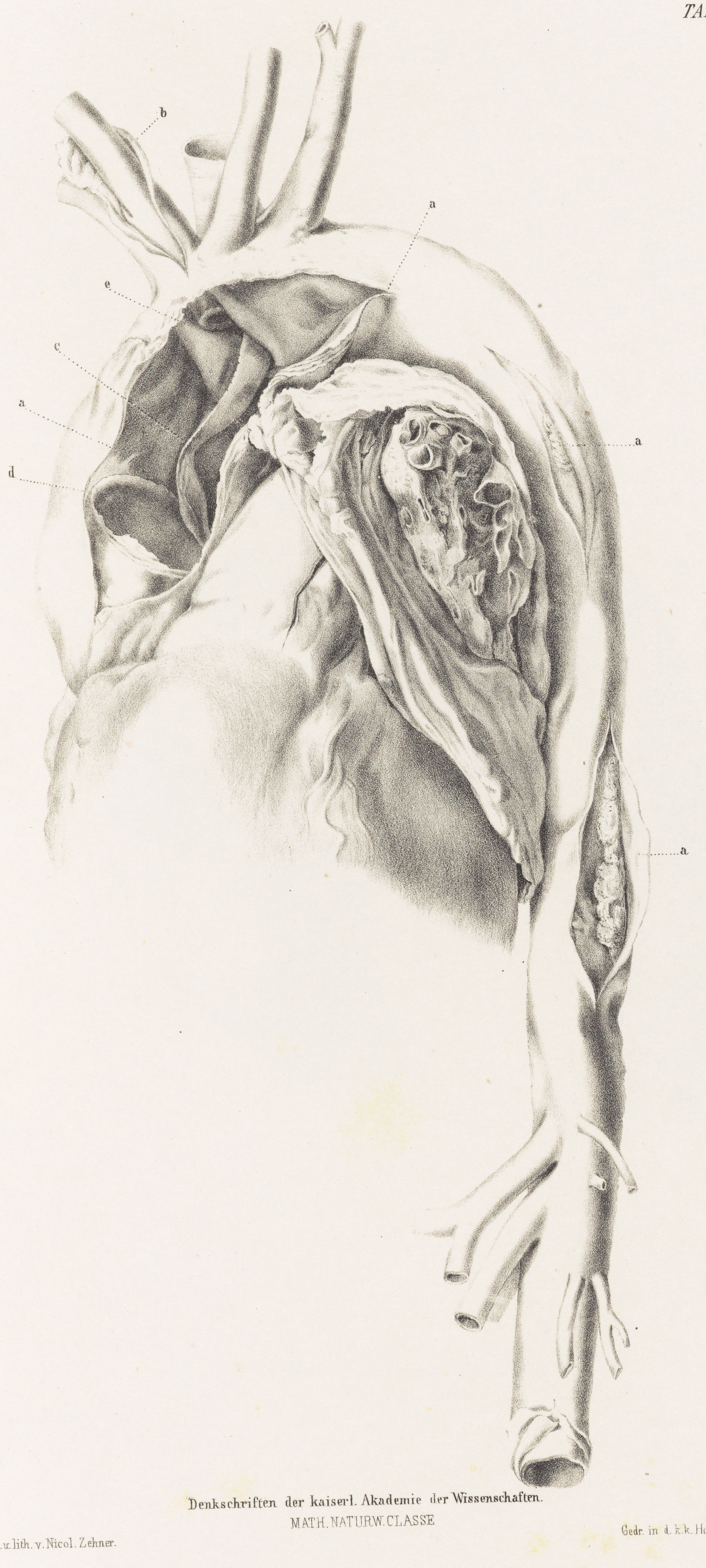
BLANK PAGE



Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Nat. gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.
Gedr. in d. k.k. Hof. u. Staats. Druckerei.

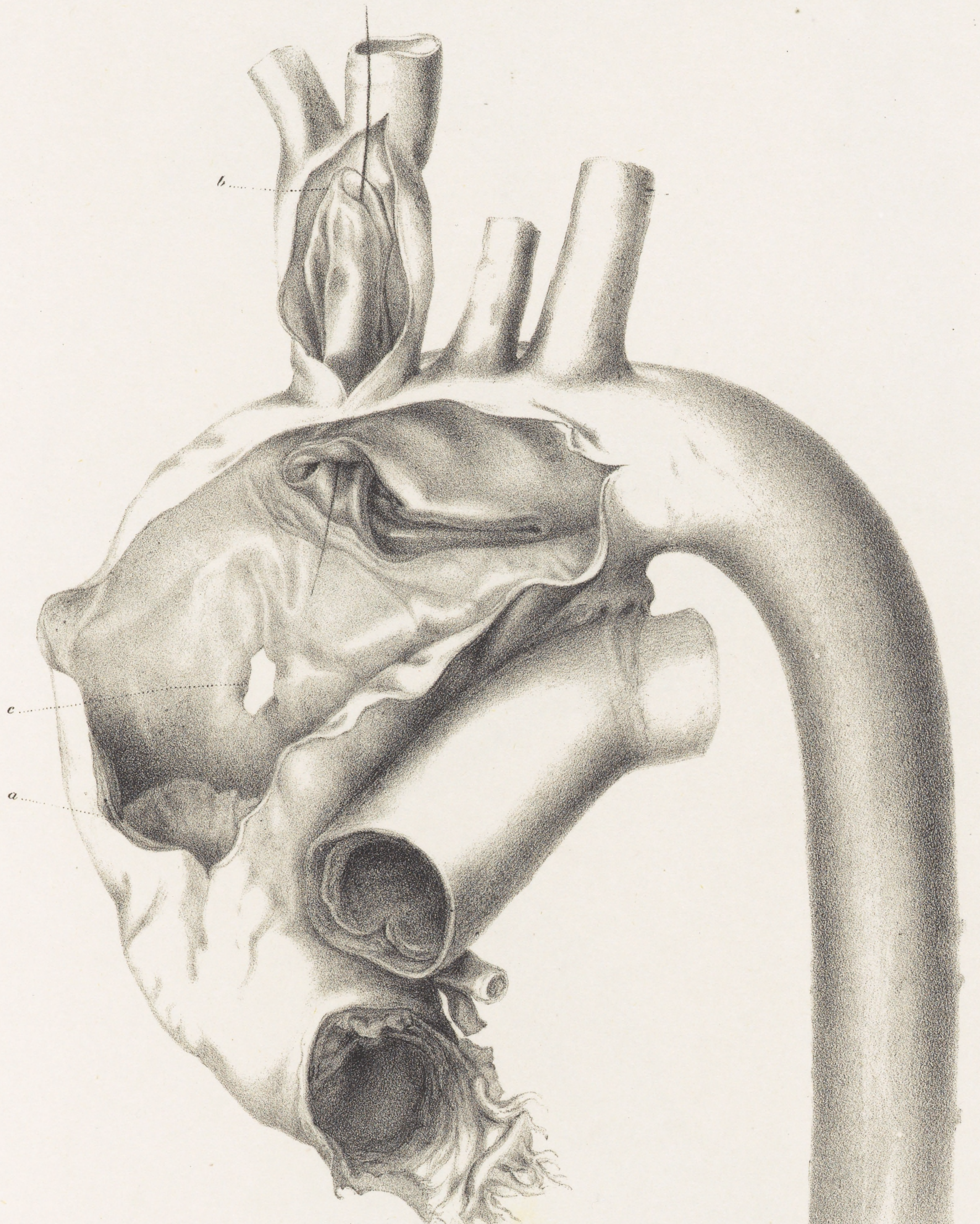
BLANK PAGE



Nach d. Nat. gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

Gedr. in d. k.k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK PAGE

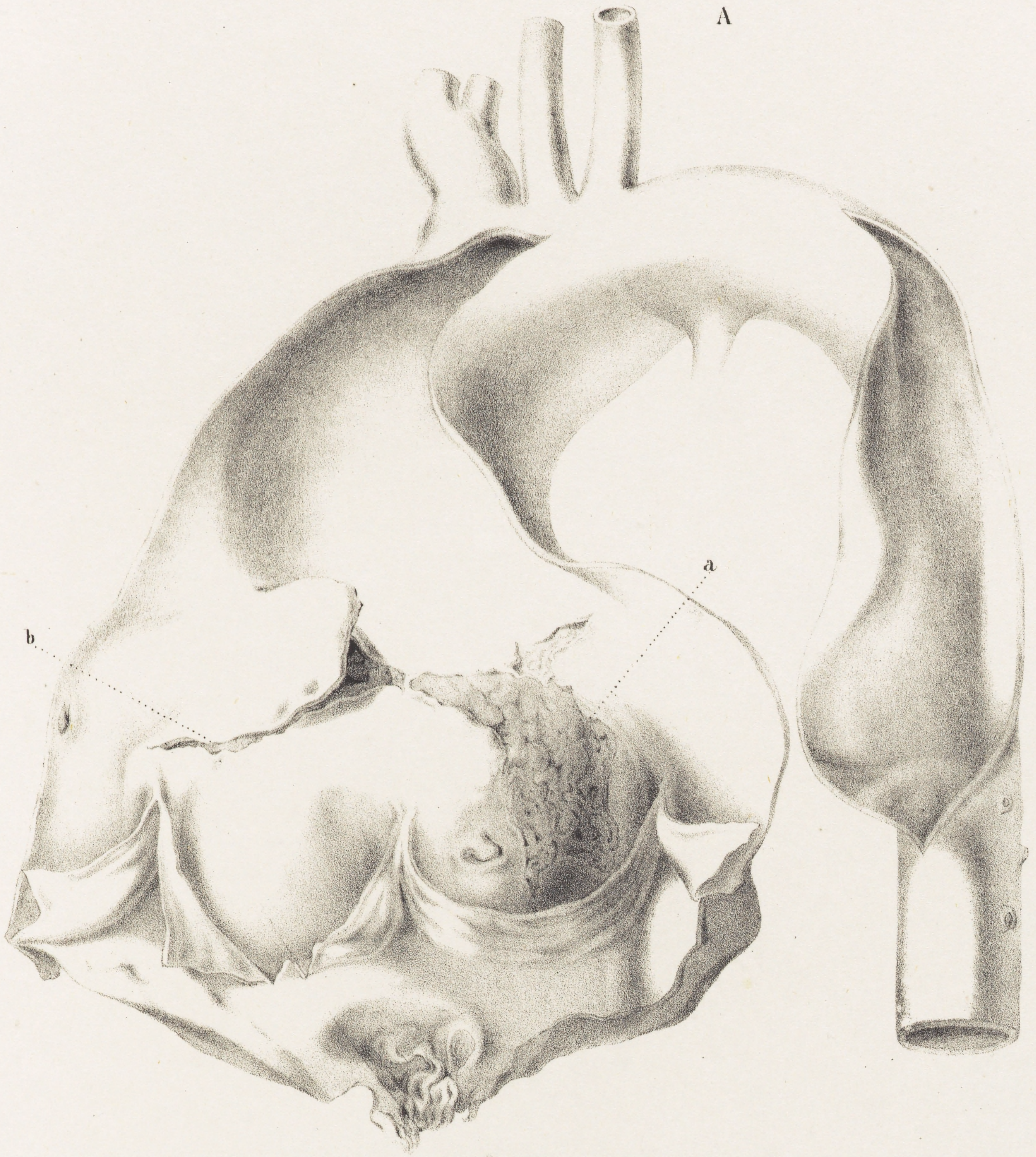


Nach d. Natur gez. u. lith. v. Nicol. Zehner

Gedr. in d. k. k. Hof-u. Staats-Druckerei.

BLANK
PAGE

A



B

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE

Nach d. Nat. gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

Gedr. in d. k.k. Hof u. Staats Druckerei.

BLANK
PAGE

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Nat. gemalt v. Nik. Zehner. Lith. v. Dr. Elfinger.

Jn Farb. gedr. in d. k.k. Hof-u. Staatsdruckerei.

BLANK
PAGE

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Nat. gemalt. v. lith. v. Dr. Elfinger.

Jn Farb. gedr. in d. k. k. Hof-u. Staatsdruckerei.

BLANK
PAGE

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Natur gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

Gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei

BLANK PAGE

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Nach d. Nat. gez. u. lith. v. Nicol. Zehner.

Gedr. in d. k. k. Hof. u. Staats Druckerei.

BLANK
PAGE

Nach d. Nat. gemalt v. Prof. Rzehaczek. Lith. v. Dr. Elfinger. Jn Farb. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

BLANK
PAGE

Gedr in d. k. k. Hof-u. Staats-Druckerei.

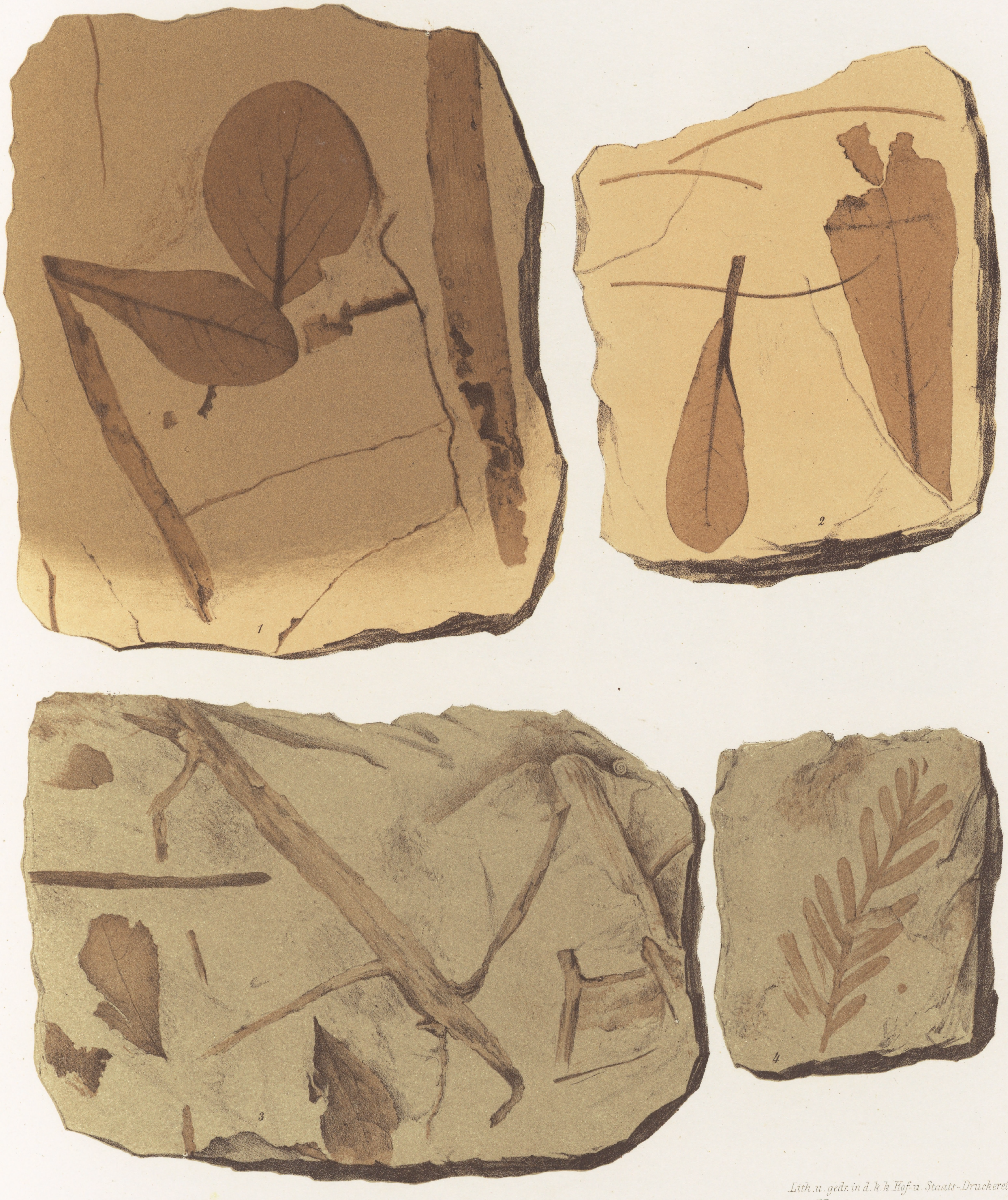
Caulerpites Eseri Ung. 2. Caulerpites Diesingi Ung. 3. Thoreites intermedia Maſsal.
4.5. Zonarites multifidus Sternb. 6. Sphaerococcites tertiarius Ung. 7. Sphaerococcites pinnatifidus Ung.

BLANK
PAGE

Gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

1-2. Cystoseirites flagelliformis Ung. 3-4. Cystoseirites Partschi Sternb. 5. Chondrites Targionii β confertus Sternb.
6. Chara prisca Ung. 7-9. Chara Sadleri Ung. 10-12. Chara Mariani Alex. Braun.

BLANK
PAGE



Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

1-2. Delesserites Bertrandi Sternb. 3. Delesserites Friedaui Ung. 4. Delesserites pinnatus Ung.

BLANK PAGE

Lith. u. gedr. in d. k.k. Hof-u. Staats-Druckerei

1-2. Muscites Schimperi Ung. 3-4. Muscites fontinaloides Ung. Muscites hypnoides Ung. 5. 6-8 Woodwardites Rofsneranus Ung. 9-10. Aspidium Lætheum Ung. 11-12. Pteris radobojana Ung. 13-14. Pteris urophylla Ung. 15-16. Adiantites Freyeri Ung. 17. Goniopteris stiriacus Brong. 18. Jsoetites Brauni Ung.

BLANK PAGE

1. Culmites Göpperti Münst. 2_4. Culmites anomalus Ad. Brong. 5. Cyperites tertiarius Ung. 6_7. Typhæloipum lacustre Ung.

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE

Lith. u. in Farb. ged. in der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

BLANK
PAGE

Lith. u. in Farben gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei

1. Zosterites Kotschyi Ung. 2. Caulinites indeterminatus Ung. 3. Caulinites radobojensis Ung. 4. Ruppia pannonica Ung.
5. Potamogeton Sirenum Ung. 6–8. Potamogeton Morloti Ung. 9–15. Potamogeton pannonicus Ung.

BLANK
PAGE

1. Potamogeton Castaliæ Ung. 2. Sparganium acheronticum Ung. 3_5. Typhæloipum maritimum Ung. 6 8. Typhæloipum lacustre Ung.

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.
Lith. u. in Farb. ged. in der k.k. Hof u. Staatsdruckerei.

BLANK
PAGE

Gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

1. Flabellaria longirhachis Ung.

BLANK PAGE

Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

1. Flabellaria longirhachis Ung. 2–3. Flabellaria oxyrhachis Ung.

BLANK PAGE

Gedr. in d. k. k. Hof-u. Staats-Druckerei.

1-7. Taxodites dubius Sternb.

BLANK
PAGE

Gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

1–3. Glyptostrobus oeningensis Alx. Braun. 6. Geinitzia cretacea Endl. 7. 8. Sequoia Ehrlichi Ung.

BLANK PAGE

1.4 Pinites Oceanines. Ung. 5.6. Pinites lanceolatus. Ung. 7.8. Pinites balsamodes. Ung. 9.15. Pinites Leuce. Ung.
16.17. Pinites pseudostrobus Endl. 18.22. Pinites Göthanus. Ung.

BLANK
PAGE

1.2. Pinites ambiguus Ung. 3. Pinites rigios. Ung. 4. Pinites Taedaeformis. Ung. 5. Pinites Mettenii. Ung. 6.9. Pinites hepios Ung.
10.11. Pinites Freyeri Ung.

BLANK PAGE

Lith. u. in Farben gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

1-4. Pinites centrotos Ung. 5-6. Pinites Urani Ung. 7-9. Pinites furcatus Ung.
10-13. Pinites Kotschyanus Ung. 14-15. Pinites spiciformis Ung. 17-18. Pinites Pumilio Göpp & Ber.

BLANK
PAGE

Lith. u. in Farben gedr. in d. k. k. Hof u. Staats-Druckerei

1. Pinites pinastroides Ung. 2-3. Pinites æquimontanus Göpp. 4-5. Pinites Neptuni Ung. 7. Pinites Jovis Ung.
8-12. Brahyphyllum Caulerpites Ung. 12-16. Taxites Langsdorfi Brong. 17. Taxites phlegetonteus Ung.

BLANK PAGE

Gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

1. Myrica innundata. Ung. 2. Myrica quercina. Ung. 3_5. Myrica deperdita. Ung. 6. Myrica integrifolia. Ung. 7. Myrica salicina Ung. 8. Comptonia laciniata. Ung. 9_12 Betula Dryadum Brong. 13 Betulinium tenerum Ung. 16.18. Alnus diluviana. Ung.

BLANK PAGE

Lith. u. gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

1-7. Quercus lignitum Ung. 8-10 Quercus commutata Ung.

BLANK
PAGE

1_6. Quercus mediterranea. Ung. 7_9. Quercus Zoroastri Ung. 10. Quercus Gmelini Alex. Braun. 11. Quercus urophylla. Ung. 12. Quercus myricæfolia. Ung. 13. Quercus tephrodes. Ung. 14. Quercus Apollinis Ung. 15. Quercus cyclophylla. Ung. 16. Quercus Serra. Ung. 17_20. Quercus myrtilloides Ung. 24 25. Fagus Deucalionis. Ung. 26. Corylus Wiekenburgi. Ung.

Lith. u. in Farb. ged. in d. k. k. Hof. u. Staatsdruckerei

BLANK
PAGE

Lith. u. gedr. in der k.k. Hof- u. Staats-Druckerei.

1. Quercus Gryphus Ung. 2. Malpighiastrum giganteum Ung.

BLANK
PAGE

Gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

1. Carpinus norica Ung. 2-5. Carpinus grandis. Ung. 6-8. Carpinus betuloides. Ung. 9-11. Ostrya Atlantidis. Ung. 12-15. Ostrya Prasili. Ung. 16-17. Carpinus oblonga. Ung. 18. Carpinus microptera. Ung. 19. Zelkova Ungeri Kov. 20. Ulmus praelonga. Ung. 21. Ulmus parvifolia Alex. Braun. 23-24. Ulmus quercifolia. Ung. 25-26. Celtis Japeti Ung. 27. Liquidambar protensum Ung. 28. Liquidambar acerifolium. Ung.

BLANK
PAGE

1. Populus Gigas. Ung. 2. Populus Aeoli. Ung. 3_5. Populus latior. Alex. Braun. 6. Populus serrata. Ung.
7_8. Populus leucophylla. Ung.

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Lith. u. in Farb. ged. in d. k. k. Hof. u. Staatsdruckerei

BLANK
PAGE

Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei

1. Morinda Proserpinæ Ung.

BLANK
PAGE

WIEN.

Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei.

1853.

S.8S.V

NOV 20 1906

11,704

Denkschriften

er

kaiserlichen

Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-natuwissenschaftliche Classe.

Vter Band.

Zwee Lieferung.

In Commission bei W. Braumüll Buchhändler des k. k. Hofes und der k. Akademie.

A

Ausgen am 24. September 1852.

Wegen Schwierigkeit des Farbendrucke Tafeln wird die 1. Lieferung dieses Bandes später ausgegeben.

Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.

Vierter Band, 2. Lieferung.

Inhalt.

	Seite
Schrötter. Äquivalentbestimmung des Phosphors	119
Reissek. Die Fasergewebe des Leines, des Hanfes, der Nessel und Baumwolle. (Mit 14 Tafeln)	127
Brücke. Untersuchungen über den Farbenwechsel des afrikanischen Chamäleons. (Mit 2 Tafeln)	179

Abhandlungen von Nicht-Mitgliedern.

Schläfli. Über die Resultante eines Systemes mehrerer algebraischen Gleichungen. Ein Beitrag zur Theorie der Elimination	1
Bibra. Die Algodon-Bay in Bolivien. (Mit 3 Tafeln)	75
Schmarda. Zur Naturgeschichte der Adria. (Mit 7 Tafeln)	117
Pohl. Nachtrag zur thermo-aräometrischen Bierprobe	141

NOV. 20 1906

Äquivalentbestimmung des Phosphors.

Von Prof. **A. Schrötter,**

wirklichem Mitgliede der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.

(Gelesen in der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 3. Jänner 1851.)

Durch mehr als 30 Jahre waren es ausschliesslich die aus den umfassenden Äquivalentbestimmungen von Berzelius hervorgegangenen Zahlen, welche allen chemischen Untersuchungen zur Grundlage dienten. Die grossen Fortschritte der Wissenschaft seit dem Jahre 1812, wo diese Arbeit vollendet war, riefen das Bedürfniss hervor, diesen Grundzahlen eine grössere Schärfe zu geben, als bei den früheren Hülfsmitteln zu erreichen war, und dieses Bedürfniss wuchs in dem Masse, als sich die Berührungspunkte der Chemie mit anderen Wissenschaften vermehrten, namentlich mit der Physik, in welcher präcisere Zahlenbestimmungen bereits seit längerer Zeit eingeführt sind. Eine Revision der Äquivalente sämmtlicher Grundstoffe ist daher seit mehr als zehn Jahren im Gange und die älteren Zahlen haben bereits durch Anwendung besserer Methoden und schärferer Beobachtungsmittel mehrere nicht unbedeutende Abänderungen erfahren. Dessen ungeachtet ist hierin noch Vieles zu thun, und kaum dürfte mehr eine Periode eintreten, in welcher Untersuchungen dieser Art so sehr in den Hintergrund gedrängt werden, als dies nach den Arbeiten von Berzelius geschah, durch welche für eine geraume Zeit alles erschöpft schien, was überhaupt hierin geleistet werden kann.

Überzeugt, dass sich nur dann Äquivalentbestimmungen, welche dem jetzigen Zustande der Wissenschaft entsprechen, erhalten lassen, wenn man directe, von den Äquivalenten anderer Körper nicht abhängende Methoden in Anwendung bringt, deren Fehler erkannt und, wenn nicht beseitigt, so doch geschätzt werden können: wurde ich zu dieser Arbeit zunächst durch den Umstand veranlasst, dass der Phosphor im amorphen Zustande gerade diesen Bedingungen im hohen Grade entspricht, da er weder rasch verbrennt noch hygroskopisch ist, und sich überhaupt so indifferent verhält, dass sich seiner Behandlung keine Schwierigkeiten in den Weg stellen.

Das Äquivalent des Phosphors ist bereits mehrfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Schon Lavoisier versuchte, auf dem von mir nun wieder betretenen Wege, die Menge des Sauerstoffes zu bestimmen, welche der Phosphor beim Verbrennen aufnimmt. Die Natur dieses Körpers in seinem gewöhnlichen Zustande und die unvollkommenen Hülfsmittel jener Zeit liessen ihm aber für 1 Theil Phosphor die bei weitem zu kleine Zahl 1·54 finden, aus welcher sich das Äquivalent desselben zu 26 berechnet. Die später von H. Davy angestellten Versuche gaben nahe dieselbe Zahl, nämlich 26·2, während Th. Thomson nur 24·5 und Rose (der Vater) die viel zu grosse Zahl 35 für das Äquivalent des Phosphors angibt.

Berzelius berechnete im Jahre 1812 aus der Zusammensetzung des phosphorsauren Bleioxydes und des phosphorsauren Barytes das Äquivalent des Phosphors zu 31·9 und Thomson gab es zur

selben Zeit in einer weiteren Untersuchung zu 32·9 an. Im Jahre 1816 veröffentlichte Berzelius eine Untersuchung[1]) über die Zusammensetzung der Phosphorsäure, in welcher er das Äquivalent des Phosphors auf eine sehr sinnreiche Weise durch die Menge des Goldes oder Silbers bestimmte, die durch ein gegebenes Gewicht Phosphor aus einer neutralen Auflösung dieser Metalle abgeschieden wird. Er fand für dasselbe die Zahlen

31·166 , 31·176 , 31·60

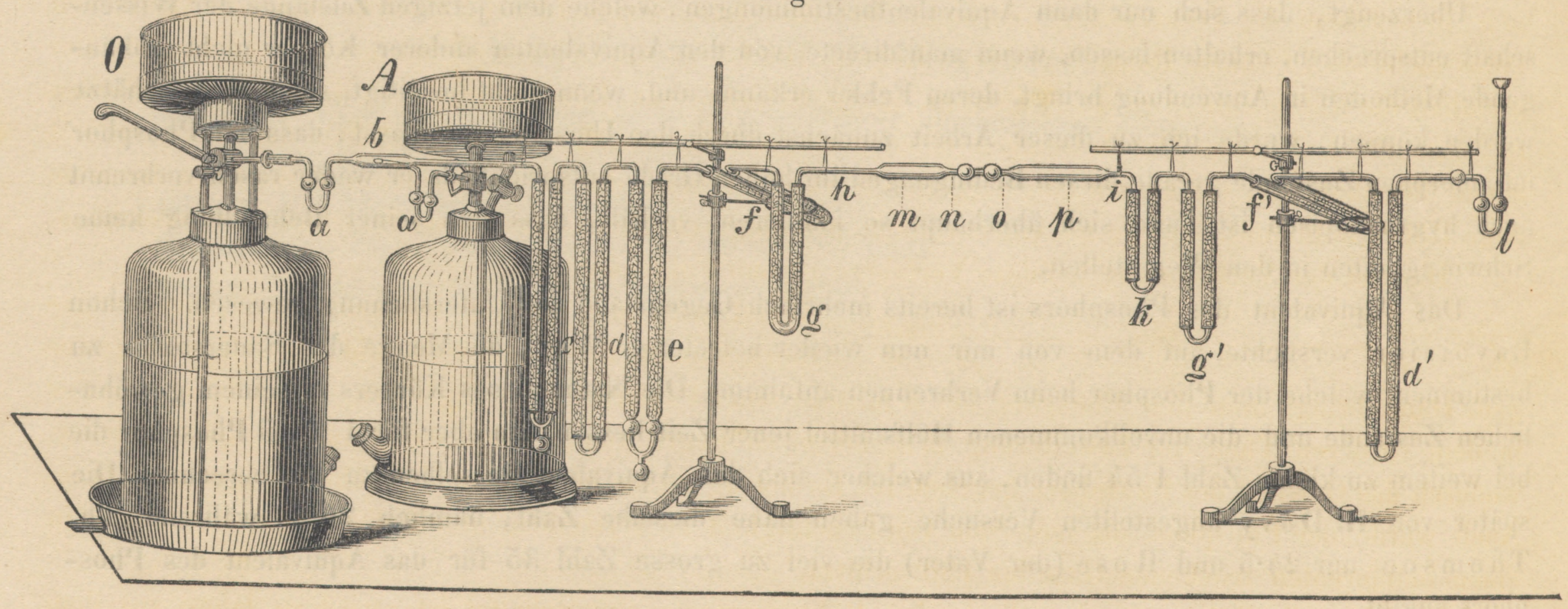
und entschied sich für die letztere, da sie auf dem Äquivalente des Silbers beruhte, das er für genauer bekannt hielt als das des Goldes.

In der neuesten Zeit hat Pelouze das Äquivalent des Phosphors bestimmt[2]) und die Zahl 400·3 oder für $H = 1$, 32·024 als Mittel aus seinen Versuchen angegeben. Er erhielt dieselbe, indem er die Menge des Silberchlorides bestimmte, das durch eine gegebene Gewichtsmenge von Phosphorchlorür nach dessen Umwandlung in ein Gemenge von Phosphorsäure und Salzsäure mittelst salpetersauren Silberoxydes abgeschieden wird. Obwohl Pelouze die speciellen Daten seiner Versuche nicht angibt und die gewählte Methode, abgesehen davon, dass sie die Kenntniss der Äquivalente des Chlors und des Silbers voraussetzt, noch aus anderen Gründen kaum scharfe Resultate erwarten lässt, so hat dennoch die von demselben angegebene Zahl allgemein Eingang gefunden, wozu vielleicht der Umstand beitrug, dass dieselbe das Vierfache von 8, dem jetzt ziemlich allgemein angenommenen Äquivalente des Sauerstoffes, ist.

Das von mir gefundene Resultat nähert sich am meisten der ersten von Berzelius angegebenen Zahl, ich glaube aber die folgenden Untersuchungen werden es ausser Zweifel setzen, dass auch diese Zahl noch etwas zu gross und das wahre Äquivalent des Phosphors gleich 31 ist.

Der Apparat, dessen ich mich nach manchem abgeänderten Versuche, zu meinen Bestimmungen bediente, ist folgender: Zwei gläserne Gasometer *A* und *O*, Fig. 1, von denen der erstere atmosphärische Luft, der zweite Sauerstoffgas enthält, stehen durch das dreischenkelige Rohr *b* sowohl unter einander als mit dem übrigen Röhrensysteme in Verbindung; zwischen dieser dreischenkeligen Röhre *b* und den beiden Gasometern sind noch zwei Kugelröhren *a a*, von denen jede einige Tropfen Wasser enthält, eingeschaltet; diese haben bloss die Bestimmung, das Ausströmen des Gases aus den Gasometern sichtbar zu machen, was bei allen ähnlichen Versuchen grosse Bequemlichkeit gewährt.

Fig. 1.



[1]) Gilbert's Annalen B. 53 (Neue Folge B. 23) S. 393.

[2]) Comptes rendus XX. 1053, auch Erdmann's Journal B. 35, p. 80.

Aus der dreischenkeligen Röhre treten die Gase in ein System von fünf U-förmigen Röhren, welche zusammen eine Länge von nahe 7 Metern haben. Die erste Röhre *c* enthält Bimssteinstücke, die mit concentrirter Ätzkalilösung befeuchtet sind, und dient zur Aufnahme der in der Luft und in dem Sauerstoffgase enthaltenen Kohlensäure. Die übrigen sind zum Trocknen der Gase bestimmt, und zwar enthält die Röhre *d* Chlorcalcium, die Röhre *e* mit Schwefelsäure befeuchtete Bimssteinstücke, die horizontal liegende Röhre *f* wasserfreie Phosphorsäure und die Röhre *g* wieder Chlorcalcium. Diese Röhre *g* soll nur dazu dienen, die Feuchtigkeit der Luft von der mit Phosphorsäure gefüllten Röhre abzuhalten, wenn der Apparat nicht im Gebrauche ist. Sämmtliche Röhren hängen mittelst Kupferdräthen an einem einzigen Träger mit horizontalem Arme. Dieser Theil des Apparates wird im Folgenden der vordere heissen.

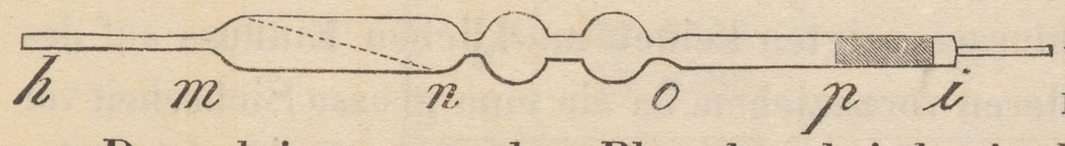
Von der Röhre mit Phosphorsäure ist nur noch die Art ihrer Füllung anzuführen. Es wurden zu diesem Behufe abwechselnd nach einer Schichte von 1—2 Grm. amorphen Phosphors eine circa 5—6 Centim. lange Schichte von Bimssteinstücken gebracht, die vorher mit Salzsäure behandelt, ausgewaschen, geglüht und in trockener Luft erkaltet waren. Die so vorgerichtete Röhre wurde nun, ohne sie aus der horizontalen Lage zu bringen, in welcher sie auch für die Folge zu bleiben bestimmt war, in den oben beschriebenen Apparat eingeschaltet, und dann der Phosphor in einem aus den Gasometern strömenden Gemenge von Sauerstoffgas und atmosphärischer Luft verbrannt. Das weggehende Stickgas vertheilt die vollkommen trockene Phosphorsäure dermassen über die Bimssteinstücke, dass dieselbe den durchgehenden Gasen eine sehr grosse Oberfläche darbietet, wodurch die vollkommenste Trocknung derselben bewirkt wird.

Nebenbei mag hier bemerkt werden, dass man sich ganz auf dieselbe Weise, bei Anwendung einer weiteren, geraden Röhre ohne Bimssteinstücke, des amorphen Phosphors sehr bequem zur Bereitung beliebiger Mengen vollkommen wasserfreier Phosphorsäure bedienen kann.

An die Röhre *g* schliesst sich die Verbrennungsröhre *h i* an, und mit dieser steht eine Chlorcalciumröhre *k* in Verbindung, welche vor und nach der Verbrennung gewogen wird. Um den Einfluss der Feuchtigkeit der Atmosphäre abzuhalten, besteht das hintere Ende des Apparates aus einem Röhrensysteme *g'*, *f'*, *d'*, welches, mit Ausnahme der Röhre mit Ätzkalilösung und der mit Schwefelsäure, ganz so eingerichtet ist, wie der vordere Theil. Das Ende des ganzen Apparates bildet eine mit concentrirter Schwefelsäure abgesperrte Kugelröhre *l* von geringer Weite.

Die Verbrennungsröhre *h i*, Fig. 2, besteht aus hartem Glase und wird aus einer Röhre wie sie zu organischen Analysen dienen, geblasen. Das Stück *h m* ist 1 Decim. lang und etwa 5 Millim. weit; der Theil derselben *m n*, in welchem die Verbrennung geschieht, hat eine Länge von 11—12 Centim. und eine Weite von etwas mehr als 2 Centim. Dann folgen zwei Kugeln. Die Länge des Stückes *o i* beträgt 15—16 Centim. Bei *p* enthält die Röhre eine etwa 3—4 Centim. lange Schichte von Baumwolle, die so dicht hineingeschoben ist, dass die Luft beim Durchstreichen einen geringen Widerstand erfährt. Das Ende der Röhre ist mit einem durchbohrten, von aussen eingesiegelten Korke versehen, der die zur weiteren Verbindung dienende enge Röhre aufnimmt, welche mit einem vollkommen eingeschliffenen Glasstöpsel verschlossen werden kann.

Das bei der Verbrennung befolgte Verfahren ist nun Folgendes:



Zuerst wird die gehörig vorgerichtete Verbrennungsröhre sammt der Baumwolle und den Stöpseln gewogen. Dann bringt man den Phosphor bei *h* mittelst einer Papierrinne in die Röhre, sorgt dafür, dass er in dem vorderen Theil der Erweiterung *m n*, bei *m* zu liegen kömmt, und wiegt nun die Röhre wieder, wodurch das Gewicht des Phosphors gegeben ist. Es betrug dieses bei keinem Versuche weniger als 1 Grm. Auch wurde der Phosphor, um jede Spur von Feuchtigkeit zu vertreiben, unmittelbar vor dem Versuche in einem indifferenten trockenen Gase bis 180° erhitzt.

Nachdem die Röhre zwischen die beiden Röhrensysteme eingeschaltet ist, wird so lange aus dem Gasometer *O* Sauerstoffgas durch den Apparat geleitet, bis ein an das offene Ende der Röhre gehaltener glühender Holzspan sich entzündet. Nun wird der Zutritt desselben durch Schliessen des Hahnes unter-

brochen, und der Phosphor mit einer Spirituslampe so lange erwärmt, bis er zu brennen anfängt, dann aber wird der Hahn wieder so weit geöffnet, dass die Verbrennung langsam fortdauern kann, wozu bei den Dimensionen der gebrauchten Röhren etwa zwei Luftblasen in einer Secunde nothwendig sind.

Wegen der durch die Erwärmung der Röhre bewirkten Ausdehnung der Luft treten anfangs einige Luftblasen bei *l* aus, bald aber findet, da der hintere Theil des Apparates noch mit atmosphärischer Luft gefüllt ist, ein Hineinsaugen der Luft Statt, was man an der Bewegung der Säule von Schwefelsäure in *l* erkennt, indem auch der Sauerstoff aus diesem Theile des Röhrensystemes nach und nach verzehrt wird. Auf diese Weise ist nach kurzer Zeit der hintere Theil des Apparates bis zum Phosphor mit Stickgas, der vordere hingegen mit Sauerstoffgas gefüllt, und man kann bei einiger Sorgfalt es leicht dahin bringen, dass die Schwefelsäure in der Röhre *l* während der ganzen Verbrennung, die etwa 20 Minuten dauert, ruhig ihren Stand behält, dass also bei *l* weder ein Austreten noch ein Eintreten von Luft in den Apparat Statt findet. Dies muss auch erreicht werden, wenn der Versuch gute Resultate geben soll, indem dann die Verbrennung so ruhig vor sich geht, dass sich die Phosphorsäure fast ganz innerhalb des Raumes *mn* in zarten Flocken anlegt.

Ist die Verbrennung vorüber, so muss der ganze Raum *mn* sowohl, als auch der Theil *mi* nochmals erhitzt werden, da sich darin immer noch einige unverbrannte Phosphortheilchen befinden. Zu diesem Behufe fängt man, während ununterbrochen ein schwacher Strom von Sauerstoff durch den Apparat geleitet wird, mit der Erhitzung so nahe wie möglich bei *h* an und rückt eine Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge nach und nach gegen *m* bis *o* und noch etwa 2 Centim. darüber vor. Bei gut geleiteter Operation legt sich weiter gegen *p* hin keine oder nur ein schwacher Hauch von Phosphorsäure an, so dass es auch nicht nothwendig ist, mit der Erhitzung näher gegen die Baumwolle hinzurücken. Der weitere Theil der Röhre wird zugleich von oben erhitzt, indem man in einer geringen Entfernung über derselben ein Drathgitter anbringt, auf das einige glühende Kohlen gelegt werden. Die Phosphorsäure wird hierbei noch vor beginnender Glühhitze an der erwärmten Stelle, ohne vorher zu schmelzen, vollständig in ein farbloses Gas verwandelt, das sich von *m* gegen *n* zu, wie die punktirte Linie in Fig. 2 zeigt, in durchsichtigen, glänzenden Krystallen an den etwas erkalteten Theil der Röhre anlegt.

Ist diese Operation vollendet, so schliesst man den Sauerstoff ab und lässt nun atmosphärische Luft in den Apparat treten, um erstere zu verdrängen. Anfangs entweicht bei *l* nur Stickgas, dann kömmt Sauerstoffgas und zuletzt atmosphärische Luft, so dass man deutlich sehen kann, wie sich die Gase in den Apparaten gewissermassen fortschieben.

Hat man so den ganzen Apparat mit atmosphärischer Luft gefüllt, so entfernt man zuerst die Röhre *k* und schliesst sie sogleich, dann schliesst man die Verbrennungsröhre bei *h* und *i*, und bestimmt das Gewicht beider Röhren. Das Verschliessen geschieht entweder mit den kleinen Korken, die schon bei der ersten Wägung gedient hatten, oder die Verbrennungsröhre wird bei *h* abgeschmolzen und die enge Röhre bei *i* mittelst eines vollkommen gut eingeschliffenen Glasstöpsels verschlossen.

Auch die engen rechtwinkelig gebogenen Röhrchen, der Chlorcalciumröhre, sind mit eingeschliffenen Glasstöpseln zu verschliessen. Beide Arten des Verschlusses zeigten keinen merklichen Einfluss auf das Resultat, indess sind doch jedenfalls Glasstöpsel allen anderen vorzuziehen, da sie eine grosse Sicherheit vor zufälligen Einflüssen gewähren. Der Feuchtigkeitszustand der Baumwolle konnte keinen Einfluss auf das Resultat üben, da dieselbe sowohl mit dem Phosphor, als mit der Phosphorsäure gewogen wurde, und da die Gewichtszunahme der Chlorcalciumröhre *k* eben nur von der Wassermenge herrührt, die durch den trockenen Luftstrom der Baumwolle entzogen wird. Um indess auch über diesen Punkt auf experimentellem Wege zu entscheiden, wurde bei einigen Versuchen der Theil der Röhre, welcher die Baumwolle *q* und den Kork *r* enthält, mit Sand umgeben, der bis 180° C. erhitzt war, während sie sich in dem oben beschriebenen Apparate eingeschlossen befand. Das Resultat wurde aber auch, wie vorauszusehen war, durch diese Abänderung nicht afficirt; der einzige Unterschied lag nur darin, dass, wie aus der folgenden Tafel I, Ver-

such 6—10 zu ersehen ist, in den Fällen, wo die Baumwolle nicht ausgetrocknet wurde, die Chlorcalciumröhre l um 0·011—0·0175 Grammen zunahm, während bei vorgenommener Austrocknung diese Zunahme nur 0·0008—0·007 Grammen betrug. Um ganz sicher zu sein, dass die Chlorcalciumröhre nur durch die Feuchtigkeit der Baumwolle am Gewichte zunehmen könne, wurde dieselbe für sich in den Apparat eingeschaltet und während einer halben Stunde atmosphärische Luft durch denselben geleitet. Sie hatte nach dieser Zeit nicht das Mindeste am Gewichte zugenommen, so dass ich sicher sein konnte, jeden fremdartigen, das numerische Resultat verändernden Einfluss entfernt zu haben. Die folgende Tafel enthält nun die unmittelbaren Resultate von zehn Versuchen.

Tafel I.

Nro.	Gewicht der Verbrennungsröhre ohne Phosphor und mit Phosphor	Gewicht des Phosphors	Gewicht der Chlorcalciumröhre vor und nach dem Versuche	Gewicht der Verbrennungsröhre mit Phosphorsäure	Gewicht der Phosphorsäure
1	88·4575 89·5544	1·0969	77·2014 77·2126	90·9572	2·5109
2	68·9880 70·3294	1·3414	77·2120 77·2295	72·0394	3·0689
3	77·1042 78·1506	1·0464	66·4834 66·4954	79·4916	2·3994
4	75·4916 76·7961	1·3045	66·5009 66·5144	78·4632	2·9851
5	74·2057 75·4760	1·2703	66·5150 66·5268	77·1042	2·9095
6	70·5476 71·5841	1·0365	66·5340 66·5360	72·9169	2·3713
7	71·7780 73·3254	1·5474	66·5372 66·5380	75·3184	3·5412
8	63·2755 64·6641	1·3886	66·3309 63·3381	66·4462	3·1779
9	72·6235 73·9706	1·3471	66·3456 66·3458	82·8888 84·6258	3·0843
10	52·2372 53·6898	1·4526	66·3484 66·3492	55·5610	3·3246

Bezeichnet man das Gewicht der Verbrennungsröhre sammt der darin enthaltenen Baumwolle, den zum Verschliessen dienenden Stöpseln, dem Korke und der Röhre k mit R, so wird man auch nach der Verbrennung das Gewicht dieser Röhre mit R bezeichnen können, wenn man nur die Gewichtszunahme der Chlorcalciumröhre aus der vierten Spalte der Taf. I zu diesem Gewichte hinzuaddirt. Dies wird indess, streng genommen, nur dann der Fall sein, wenn sich während des

Versuches der Barometer- und Thermometer-Stand nicht geändert haben, eine Voraussetzung, die wenigstens sehr nahe immer eintraf.

Bezeichnet ferner p das Gewicht des verbrauchten Phosphors und s das der erhaltenen Phosphorsäure, so ist

$$R + s - (R + p) = s - p$$

das Gewicht des Sauerstoffes, der zur Bildung der Phosphorsäuremenge s nöthig war, und somit ist das Äquivalent des Phosphors durch die Gleichung

$$P = \frac{40\,p}{s-p} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (1)$$

gegeben.

Da die Grösse R aus der Gleichung für $s-p$ unter der obigen Voraussetzung verschwindet, so ist es auch nicht nöthig, die so oft üblichen Reductionen der Gewichte auf den leeren Raum u. s. w. vorzunehmen.

Berechnet man nun, um die Übersicht zu erleichtern, die erhaltene Phosphorsäure für ein Gewichtstheil Phosphor, so erhält man folgende Resultate, neben welchen die daraus abgeleiteten Äquivalente des Phosphors stehen.

Tafel II.

Nro.	Phosphorsäure	Äquivalent des Phosphors
1	2·28909	31·0296
2	2·28783	31·0600
3	2·29300	30·9358
4	2·28831	31·0484
5	2·29040	30·9981
6	2·28788	31·0588
7	2·28848	31·0443
8	2·28856	31·0424
9	2·28959	31·0183
10	2·28872	31·0386
Mittel	2·289186	31·0274

Dem Mittel entspricht also das Äquivalent 31·0274, während das aus der grössten Menge der erhaltenen Phosphorsäure berechnete 30·9358, das aus der kleinsten Menge hingegen 31·060 gibt.

Die ersten vier Versuche wurden mit amorphem Phosphor angestellt, der, um ihn vom gewöhnlichen zu befreien, mit Kohlensulfid behandelt war, zu allen übrigen Versuchen hingegen diente Phosphor, der bloss durch die Einwirkung der Wärme in den amorphen Zustand übergeführt und keiner Behandlung mit einem anderen Körper unterworfen wurde. Es bedarf übrigens kaum der Erwähnung, dass der zu diesen Versuchen verwendete Phosphor weder Schwefel noch Arsen und überhaupt keine fremdartige Verunreinigung enthielt.

Bei den ersten drei Versuchen wurde sowohl die Chlorcalciumröhre als auch die Verbrennungsröhre mit kleinen Korken geschlossen, bei den übrigen hingegen wurden statt derselben vollkommen gut eingeschliffene Glasstöpsel angewendet.

Bei den ersten fünf Versuchen wurde die Baumwolle gar nicht getrocknet, woraus sich die nicht unbedeutende Gewichtszunahme der Chlorcalciumröhre erklärt. Bei den Versuchen 6, 7, 9 und 10 wurde jedoch die Austrocknung auf die oben angegebene Weise vorgenommen. Die Gewichtszunahme der Chlorcalciumröhre war daher nur eine sehr geringe, aber auf die Menge der erhaltenen Phosphorsäure hatte diese Abänderung des Versuches keinen Einfluss. Dass die etwa 4 Centm. lange Baumwollschichte vollkommen ausreichte, die ohnedies nur in sehr geringer Menge bis zu derselben geführte Phosphorsäure zurückzuhalten, geht aus dem Umstande hervor, dass nur die erste dem verbrennenden Phosphor zugewendete Schichte derselben schwach sauer reagirte, alle entfernteren Theile derselben aber sich vollkommen indifferent verhielten.

Der Versuch 9 wurde so angestellt, dass auch in den vorderen Theil *a b* der Röhre, Fig. 2, getrocknete Baumwolle gebracht wurde, daher auch in der fünften Spalte zwei Zahlen vorkommen, von denen die kleinere das Gewicht der Röhre mit Baumwolle vor, die grössere das nach der Verbrennung bedeutet. Es ergab sich, dass die bei *a b* befindliche Baumwolle nicht die mindeste saure Reaction zeigte, es wurde daher, da diese Art den Versuch anzustellen um eine Wägung mehr erfordert, und auch das Resultat mit den übrigen übereinstimmte, kein weiterer Versuch mehr nach derselben vorgenommen.

Um nun beurtheilen zu können, welcher Grad von Genauigkeit den oben angegebenen Versuchen zukommt, ist es nothwendig, die Grösse des Einflusses jeder einzelnen Bestimmung zu erforschen.

Aus der obigen Gleichung (1) folgt nämlich durch endliche Differentiation

$$\Delta A = 40\,\frac{s\Delta p - p\Delta s}{(s-p)^2} \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot (2)$$

Setzt man in dieser Gleichung für p und s die Mittelwerthe aus obiger Tafel, nämlich

$$p = 1\cdot2832$$
$$s = 2\cdot9373$$

so erhält man, wenn sich zuerst p allein um 1 Milligramm ändert, das heisst wenn

$$\Delta p = \pm\, 0\cdot001 \text{ wird, } \Delta A = \pm\, 0\cdot0429.$$

Hätte sich s allein um 1 Milligramm geändert, wo also $\Delta p = 0$ ist, so wäre

$$\Delta s = \pm\, 0\cdot001 \text{ und daher } \Delta A = \mp\, 0\cdot0187.$$

Hätte sich aber sowohl p als s, und zwar in demselben Sinne geändert, so wäre

$$\Delta p = \pm\, 0\cdot001 \text{ und } \Delta s = \pm\, 0\cdot001, \text{ also } \Delta A = \pm\, 0\cdot0242;$$

hat aber diese Änderung im entgegengesetzten Sinne stattgefunden, so ist

$$\Delta p = \pm\, 0\cdot001,\ \Delta s = \mp\, 0\cdot001, \text{ also } \Delta A = \pm\, 0\cdot0616.$$

Man sieht also, dass ein Fehler von 1 Milligramm im Gewichte des Phosphors das Äquivalent desselben um 0·0429 und zwar in demselben Sinne ändert. Ist hingegen die Bestimmung der Phosphorsäure um 1 Milligramm fehlerhaft, so ändert sich das Äquivalent dadurch nahe um 0·02 und zwar im entgegengesetzten Sinne. Fast den gleichen Einfluss auf die Grösse des Äquivalentes hat ein gleichzeitiger Fehler von 1 Milligramm in der Phosphor- und Phosphorsäure-Bestimmung, wenn er beide vergrössert oder verkleinert; ist aber das Entgegengesetzte der Fall, so ist die dadurch bedingte Änderung im Äquivalent bei weitem am grössten, nämlich 0·06 des Ganzen. Da aber, wie aus der Taf. II hervorgeht, die mittlere Differenz zwischen den gefundenen Äquivalenten nur 0·0477 beträgt, so sieht man, dass selbst im ungünstigsten

Falle die Fehler der Beobachtung nicht 1 Milligramm betragen haben, man gelangt aber auch zu der Überzeugung, dass das wahre Äquivalent des Phosphors = 31 oder für $H = 12{\cdot}5$, 387·5 sei, denn selbst bei der ungünstigsten Combination der Fehler dürften diese zusammen nur nahe 1 Milligramm betragen, um den beim Mittel der sämmtlichen Bestimmungen sich zeigenden Überschuss zu bedingen. Dass übrigens der gefundene Werth des Äquivalentes in 8 Fällen unter 10 um etwas grösser ist als 31, dürfte seinen Grund darin haben, dass ein freilich nur sehr geringer Theil Phosphor bei fast allen Versuchen der Verbrennung entgeht, indem jedesmal an der Stelle, wo der Phosphor lag, feine schwarzbraune Flecken und Linien zurückblieben, die nur bei sehr anhaltendem und starkem Erhitzen der Röhre, und selbst da noch meistens nur unvollkommen verschwanden. Es muss hierdurch die Menge der Phosphorsäure, also auch der Nenner des Bruches (1) zu klein und folglich das Äquivalent etwas zu gross ausfallen. Es erklärt sich diese Erscheinung wohl daraus, dass bei der, die Verbrennung des Phosphors begleitenden hohen Temperatur die Verbrennungsröhre immer etwas angegriffen wird, wobei ein sehr geringer Theil Phosphor von Phosphorsäuren bedeckt, der Einwirkung des Sauerstoffes entzogen wird. Nach dem Auswaschen ist auch in der That die Verbrennungsröhre jedesmal matt und die dunklen Flecken lassen sich selbst durch Reiben nur schwer entfernen.

Nachschrift [1]).

Ein Jahr nachdem die vorliegende Abhandlung vollständig ausgearbeitet der kaiserl. Akademie übergeben und ein kurzer Auszug davon, der sämmtliche numerische Resultate enthielt, in Bd. VI, S. 58, der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe veröffentlicht war, erschien in den *Comptes rendus* [2]) der Akademie zu Paris eine Note von Herrn Jacquelain, in welcher er, seinen Versuchen zufolge, für das Äquivalent des Phosphors die Zahl 29·83 feststellte. — Herr Jacquelain hatte offenbar von meiner Arbeit keine Kenntniss als er seine Versuche bekannt machte, was mich nicht bestimmt haben würde hier darauf zurückzukommen, wenn die Abweichung seiner Resultate von den meinen nicht eine gar so bedeutende wäre. Ich habe mich daher für verpflichtet gehalten, einige „Bemerkungen" über diese Arbeit zu veröffentlichen [3]), durch welche ich gezeigt zu haben glaube, dass die Bestimmungen des Herrn Jacquelain die Kriterien ihrer Unhaltbarkeit in sich selbst tragen. Indem ich in dieser Beziehung auf die oben angeführte Mittheilung verweise, will ich hier nur anführen, dass ich mich bis jetzt nicht veranlasst sehe, das Mindeste in der vorliegenden Abhandlung zurückzunehmen, dass dieselbe daher ganz unverändert abgedruckt wurde. Ich kenne auch jetzt noch keine Methode, das Äquivalent des Phosphors und noch vieler anderer Körper zu bestimmen, von der sicherere Resultate zu erwarten wären, als von der hier eingeschlagenen. Bei einer Wiederholung der ganzen mühsamen Arbeit, wozu indess keine Veranlassung vorhanden ist, würde sich vielleicht noch Manches verbessern lassen, allein ich glaube nicht, dass die Resultate eine Änderung der von mir angegebenen Zahl nothwendig machen würden.

---

[1]) Hinzugefügt am 19. Februar 1852.
[2]) Band XXXIII, Seite 693.
[3]) Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe, Bd. VIII, S. 241, 1852.

Die

Fasergewebe des Leines, des Hanfes, der Nessel und Baumwolle,

anatomisch, chemisch und technisch untersucht,

nebst

Beobachtungen über die Entwickelung der Bastzellen.

Von

Siegfried Reissek,

correspondirendem Mitgliede der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.

(Vorgelegt in der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 3. April 1851.)

(Tafel XLVI — LIX.)

Vorwort.

In vorliegender Arbeit, deren erster Theil bereits im November 1848 der kaiserl. Akademie der Wissenschaften vorgelegt wurde, war ich bemüht, die benannten Fasergewebe von ihrer Entstehung, durch alle Stadien der Entwickelung und technischen Bearbeitung bis zur völligen Abnützung einer umfassenden Prüfung zu unterwerfen. Neben den wissenschaftlichen Ergebnissen, worunter die aufgedeckte Bildungsweise des Bastes von besonderem Interesse ist, haben sich auch manche praktische Resultate herausgestellt. Darauf gründen sich die Tabellen, welche zur qualitativen Prüfung des rohen und verarbeiteten Flachses und zur Unterscheidung der Flachs- und Baumwollfasern in Fabrikaten jeder Art, entworfen worden sind. Rücksichtlich der Güte des Flachses, welche von der Cultur und Bearbeitung des Leines abhängig ist, habe ich wohl die Winke unserer vorzüglichsten Schriftsteller, als Rüfin, Schubarth, Irlbeck, Kurtz, Breunlin, Morgenroth, Reider, Veit u. A., nicht übersehen, jedoch überall aus Autopsie das Urtheil festgestellt und auf die anatomische Grundlage basirt. Nur bei einigen neuesten Kunstproducten des Flachses habe ich

die anatomischen und chemischen Veränderungen der Flachsfaser nicht angeben können, weil die Bereitungsweise des Stoffes im Augenblicke nicht bekannt, oder doch nicht näher erprobt worden ist. Dahin gehört von Claussen's Verfahren, den Flachs in einen der Baumwolle ähnlichen, und wie diese, verspinnbaren Stoff zu verwandeln, so wie Slak's Erfindung, denselben in ein seideähnliches Product umzuwandeln. Hier wird sich aber die Lücke bald ausfüllen lassen. Ohne Zweifel hätte die Arbeit noch viel umfassendere Resultate geben müssen, wenn sie sich auf alle, allgemeiner verwendeten Fasergewebe erstreckt haben würde. Das Bedürfniss ihrer genaueren Kenntniss ist zu allgemein, als dass es hier nicht wiederholt angeregt werden sollte. Es wird bei späteren Untersuchungen der übrigen Fasergewebe an die vorliegenden angeknüpft werden können.

Über die Flachsfaser.

Tafeln XLVI — LIV.

I. Entwickelungsgeschichte, Bau und Zusammensetzung der Flachsfaser.

Die Entwickelung der Flachsfaser lässt sich nicht anders, als in Verbindung mit jener der umliegenden Gewebstheile erforschen. Um ihr Entstehen zu beobachten, muss man von der äussersten Stammspitze ausgehen, wo noch keine entwickelten Internodien, kein Chlorophyll vorhanden sind, und die Blätter als unscheinbare Wärzchen auftreten. Steigt man von hier aus zur Wurzel hinab, so lassen sich an jedem erwachsenen Stengel alle Entwickelungsstufen übersehen. Nimmt man einen halb ausgewachsenen Stengel, in dem Ausbildungsgrade, wie Taf. XLVI, Fig. I, darstellt, so bezeichnen die Punkte *a*, *a'*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* ungefähr die Stellen, wo man die verschiedenen Entwickelungsstufen der Faser und des übrigen Gewebes antrifft. Bei *a* ist das Erscheinen der Faser wahrnehmbar, bei *f* ist dieselbe fast ausgebildet, bei *b*, *c*, *d*, *e* sind die Mittelstufen zu finden. In der folgenden Darstellung wird bei jeder Entwickelungsstufe auf die hier bezeichnete, entsprechende Stelle des Stammes hingewiesen werden. Man pflegt sonst bei Beschreibung einer Entwickelungsphase des Stammes das Internodium durch Zählung zu bestimmen. Dies ist beim Leine nicht wohl anwendbar, weil er in der Zahl der Internodien zu stark variirt.

Um ein befriedigendes Resultat zu erhalten, wurde die Entwickelungsgeschichte zuvörderst an Pflanzen verfolgt, die in einem mässig fruchtbaren Boden erzogen und ohne weitere Pflege sich selbst überlassen waren, um eine freie und naturgemässe Entfaltung zu erzielen. Zunächst wurden dann Pflanzen aus verschiedenen Bodenarten vergleichend untersucht. Daraus ergab sich, neben der Kenntniss der charakteristischen und typischen Bildung, auch jene der vielen und mitunter bedeutenden Abweichungen, welche zur Begründung des technischen Theiles von Wichtigkeit sind.

Zur besseren Übersicht der Entwickelungsgeschichte kann man mehrere Stadien unterscheiden.

Erstes Stadium.

Das jüngste Stammgewebe des Leines, wie man es in der äussersten Stengelspitze antrifft, besteht durchweg aus einem ziemlich gleichförmigen, dichten Parenchym, ohne Gefässe und Interzellulargänge. Die anfangs rundlichen Zellen gehen bald in gestreckte über. Bei schärferer Betrachtung kann man selbst im sehr jungen Zustande nach der etwas abweichenden Gestaltung der Zellen drei Schichten unterscheiden: die vereinigte Rinden- und Cambiumschichte, welche aus den kürzesten und verhältnissmässig kleinsten Zellen gebildet ist; die Holzschichte, welche aus längeren, aber etwas engeren Zellen besteht; das Mark, welches aus den weitesten Zellen zusammengesetzt ist. Von langgestreckten Zellen, welche allenfalls in der Rindenschichte oder an derselben lägen, und die künftigen Bastzellen bilden, bemerkt man im jüngsten Zustande keine Spur.

Zweites Stadium.

Sobald die Blätter, die zuerst als unbedeutende Erhöhungen des Rindenparenchyms erscheinen, merkbarer hervortreten, nimmt man auch deutliche Veränderungen im Stammgewebe wahr. Diese bestehen:

1. In der schärferen Ausprägung und Sonderung der Rinde, des Holzes und Markes. 2. In der Bildung von Gefässbündeln an der inneren Grenze des Holzes. 3. In dem Auftreten von Interzellulargängen im innersten Theile der Rinde. Meistentheils sind schon mehrere, sehr gestreckte und schmale Interzellulargänge in dem tieferen Theile der Rinde, gewöhnlich zwischen der fünften bis siebenten Zelllage vorhanden, wenn die Gefässbündel kaum noch in der Anlage sind. In Fig. III [1]) ist ein Längendurchschnitt aus diesem Stadium, wo die Bildung der Interzellulargänge begonnen. Er entspricht dem Punkte *a* in Fig. I; *A*, Rinde, *C*, innerster Theil derselben, der sich später zum Cambium heranbildet, *B*, Interzellulargang, *D*, Holz. In der Regel trifft man bei der Beschaffenheit der Schichten, wie sie vorliegende Figur zeigt, schon zahlreiche Interzellulargänge an, welche bis in den obersten Theil der Stammspitze, wo die Sonderung der Schichten noch undeutlich ist, sich erstrecken und in eben dem Masse, als der Stamm fortwächst, an Zahl und Länge zunehmen. Sie sind in der Mitte am weitesten und laufen nach beiden Enden spitz aus. Die unbedeutend gestreckten, oder hier und da noch rundlichen Zellen der Rinde, *A*, führen einen feinkörnigen Inhalt, welcher aus Amylum und Proteinkörnern besteht. Um diesen Inhalt bildet sich allmählich Chlorophyll, die Körner werden aufgelöst und liefern die Substanz für das Chlorophyll. Die Rinde wird von einer einfachen Lage etwas weiterer, an ihrem freien Theile convexer, mit einer mässigen Cuticula versehener Epidermiszellen bedeckt, die einen sparsamen körnigen Inhalt führen. Das Cambium, *C*, ist von der Rinde im Baue nicht verschieden, die Interzellulargänge, *B*, bezeichnen die Grenze beider. Das Holz, *D*, besteht aus etwas engeren und längeren Zellen, welche einen gallertigen, homogenen Inhalt führen (Protoplasma Mohl's), der früher die Zelle ganz ausfüllte, jetzt aber durch Aufnahme von Flüssigkeit in sein Inneres Vacuolen enthält. Diese Vacuolen, *h*, sind mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllt und scharf umschrieben, so dass man sie bei oberflächlicher Betrachtung leicht für Tochterzellen halten könnte, wie dies auch von mehreren Beobachtern bei anderen Pflanzen geschehen. Anfangs sind die Vacuolen sphärisch, später länglich; zuletzt, wenn sie sich stark vergrössern und die gallertige Füllungsmasse nach und nach durch Auflösung verschwindet, verfliessen oft mehrere in einander. Endlich verschwinden sie, bei vollständiger Auflösung des Protoplasma, ganz, und auf Kosten desselben bilden sich im wässerigen Inhalte der Zelle Körnchen. Diese Metamorphose ist überall, wo die gallertige Füllungsmasse auftritt, zu finden, ich habe dieselbe und das merkwürdige Verhältniss, welches sie bei den Fadenpilzen zu der einschliessenden Zelle und der Zellbildung im Allgemeinen hat, schon früher beschrieben [2]).

Drittes Stadium.

Wenn die Interzellulargänge zwischen Rinde und Cambium eine beträchtliche Länge erreicht haben, und keine weitere Ausdehnung mehr erfahren, so schlägt sich an den Wandungen derselben, welche von den umschliessenden Zellen gebildet werden, eine dünne Schichte Cellulose in Gestalt einer Membran nieder, welche den ganzen Interzellulargang auskleidet. Der Zeitpunkt für die Membranbildung tritt ein, wenn der Interzellulargang, wie bemerkt, seine volle Grösse erreicht hat. Gewöhnlich ist derselbe über 100 Mal, oft 200—300 Mal länger als die umgebenden Zellen. Auf der Entwickelungsstufe, Fig. III, ist die Membran meistentheils schon in der Bildung begriffen, jedoch anfänglich, wegen der grossen Zartheit und innigen Verbindung mit den Nachbarzellen, schwer zu erkennen. Sie verhält sich dann wie zartwandige Milchgefässe. Durch kurze Maceration, oder durch Behandlung mit einer verdünnten Kalilösung (1 Theil auf 8 Theile Wasser) lässt sie sich, wie bei jungen Milchgefässen, deutlich machen.

Die Membran, welche den Interzellulargang auskleidet, muss natürlich die Gestalt desselben annehmen, und eine Röhre oder langgestreckte Zelle bilden. Da die Interzellulargänge gewöhnlich in der Mitte am weitesten sind, und nach beiden Enden sich zuspitzen, so erhält auch die gebildete Zelle eine verlängerte, spindelförmige Gestalt.

---

[1]) Alle folgenden Abbildungen, mit Ausnahme derer, wo es besonders bemerkt wurde, sind bei 400maliger Vergrösserung dargestellt.
[2]) Endophyten der Pflanzenzelle. Haidinger Naturw. Abhandl. I. Bd. 1846.

Während sich die Interzellulargänge mit Membranen auskleiden, schreitet nichts desto weniger die Bildung neuer Interzellulargänge zwischen den vorhandenen, bis zu einem gewissen Grade, fort. Es bilden sich zwischen den auskleidenden Membranen der älteren Gänge und zwischen den Wänden der anstossenden Zellen des Gewebes neue Interzellulargänge, welche ebenfalls eine Membran in ihrem Innern erzeugen. So kommt es, dass man später eine besondere Schichte von langgestreckten, röhrenförmigen Zellen zwischen Rinde und Cambium antrifft, welche in Interzellulargängen entstanden sind. Diese Zellen nehmen die Stelle ein, welche der künftige Bast inne hat, und die Untersuchung erweist, dass sie sich wirklich zu Bastzellen entwickeln. Die Bastzellen des Leines sind also Zellen, welche frei in Interzellulargängen zwischen Rinde und Cambium sich bilden, und durch Absetzung von Cellulose in Gestalt einer die Wand des Interzellularganges auskleidenden Membran entstehen[1]).

Die Bildung der Membran erklärt sich aus der Beobachtung leicht. Der Interzellulargang ist mit flüssigem Inhalte erfüllt, welcher gleiche Beschaffenheit mit dem Inhalte der Nachbarzellen besitzt, und Dextrin als bildungsfähigen Stoff aufgelöst enthält. Es kann sich daher, so wie im übrigen Gewebe, auch in der Höhlung des Interzellularganges, die aus Cellulose bestehende Membran um so leichter bilden, da durch Endosmose und Exosmose beständiger Stoffwechsel vermittelt wird. Ist die Zelle im Interzellulargange entstanden, so erfolgt auch die weitere Entwickelung derselben, die Ablagerung von secundären Schichten in ihrem Innern auf gleiche Weise, wie in den gewöhnlichen Gewebszellen.

Auf jener Stufe, wo die Bastzellen schon grösstentheils gebildet, aber noch zart, dünn und schwer zu erkennen sind, und einen wässerigen, durchsichtigen Inhalt führen, stellt sich der Querdurchschnitt des Stammes wie in Fig. II dar (50 Mal vergrössert). Er entspricht dem Punkte *a'* in Fig. I. *A*, die vereinigte Rinden- und Cambiumschichte, welche in ihrem Innern die Bastzellen führt; *D*, das Holz, welches nach innen zu einen Kreis von jungen Gefässbündeln zeigt; *E*, das Mark; *b* der Ansatz einer Axillarknospe. In Fig. IV ist ein Stück aus diesem Durchschnitte mehr vergrössert (400 Mal). *A*, Rinde, man bemerkt im Verhältniss zur früheren Stufe, dass sich das Chlorophyll fortgebildet hat, aber noch keine deutlichen Kügelchen zeigt, auch noch Reste des feinkörnigen Amyluminhaltes vorhanden sind. Die Epidermis ist deutlicher abgesetzt. *C*, das Cambium, es besteht aus dünnwandigen Zellen, deren Inhalt wie früher beschaffen ist. Zwischen Rinde und Cambium, und theilweise auch zwischen den äusseren Cambiumzellen, liegen die Bastzellen. Sie sind in diesem Stadium am Querdurchschnitte in der Gestalt äusserst schwer, oft gar nicht von den Cambiumzellen zu unterscheiden. Bei Abzählung der Zelllagen, wobei in der Regel 5—6 Lagen für die Rinde und 3 für das Cambium entfallen, kann man sich jedoch von ihrer Anwesenheit, Lage und Gestalt leicht überzeugen. *D*, das Holz, welches in dem innersten Theile bei *g* einen unausgebildeten Gefässbündel zeigt. Die Holzzellen haben ihre gallertartige Füllungsmasse, die sie besassen, eingebüsst und zeigen einen sparsamen, sehr feinkörnigen, auf Kosten des aufgelösten Protoplasma gebildeten Inhalt. *E*, das Mark, bei *i* ein kleiner Interzellularraum desselben, wie sie hier und da sich vorfinden. Die Markzellen gehen in das Holz allmählich über, und erweitern sich nach innen zu immer mehr. Sie enthalten feinkörniges, unvollkommenes Amylum, welches sich durch Jod nicht bläut, sondern vergilbt, aber beim Grösserwerden der Körner, wie man es in der Rinde sieht, sich allmählich bläulich färbt, so dass vom Gelb zum Blau sich alle Uebergänge finden. Um das Amylum bildet sich ein schwaches Chlorophyll. Ausserdem führen die Markzellen unvollkommene Cytoblasten und Zellschläuche, *p*. Die Zellschläuche entstehen durch Verdichtung und Gerinnung des schleimigen, proteinhaltigen Inhaltes um die Körnerklumpen. Zwischen ihnen und den Cytoblasten findet man Uebergänge. Durch Wasserzugabe, besonders durch starkes Begiessen abgewelkter Pflanzen, lassen sie sich in Menge erzeugen, so wie sie auch im Freien bei den meisten Phanerogamen nach vorangegangener Trockenheit und nachfolgendem Regen entstehen, aber eben so schnell in den meisten Fällen vorübergehen.

[1]) Dieses Resultat wurde bereits in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften vom 16. November 1848 mitgetheilt.

Viertes Stadium.

Wenn solchergestalt die Anlage des Bastes gebildet worden, so hält dessen Fortentwickelung mit jener des übrigen Gewebes gleichen Schritt. Die Bastzellen wachsen in die Länge und Breite, in gleichem Verhältnisse mit den umliegenden, begrenzenden Zellen der Rinde und des Cambiums. Ebenso durchgeht der Inhalt seine bestimmten Entwickelungsphasen. Die nächste, hervorstechende Entwickelungsstufe des Stammes, wie man sie in Fig. I, an dem Punkte *b* oder etwas unterhalb desselben findet, ist Fig. V—IX. In Fig. V (50 Mal vergrössert) ein Querdurchschnitt, Fig. VI ein Längsdurchschnitt des Stammes. Fig. IX ein Querdurchschnitt, stärker vergrössert (400 Mal). *A*, Rinde, *C*, Cambium, *D*, Holz, *E*, Mark, welche Bezeichnung auch für die folgenden Figuren gilt. Die Gefässbündel an der inneren Grenze des Holzes sind ausgebildet. Das Mark enthält zerstreute Höhlungen, *h*, welche meist an der Stelle früherer Zwischenzellenräume, durch Zerreissen und Zusammenfallen der umgebenden Zellen entstehen, welche beim Anwachsen der übrigen Gewebstheile nicht mehr sich vergrössern und den flüssigen Inhalt verlieren. Die Höhlungen fliessen später in einander und vereinigen sich zu einer einzigen, grossen Markhöhle, welche schon längere Zeit, bevor noch die äusseren Schichten zur Ausbildung gekommen sind, den inneren Raum des Stammes einnimmt, und ohne Unterbrechung denselben durchzieht. Das Mark erreicht um die Zeit, wo grössere Hohlräume in demselben entstanden sind, den höchsten Grad der Ausbildung, seine Zellen verdicken sich von nun an nicht mehr, nur die äussersten, dem Holze anliegenden Zellen erfahren späterhin noch eine geringe Verdickung ihrer Membran.

Die Schichten des Stammes haben auf dieser Stufe folgende Veränderungen erlittten, Fig. VI, IX. Alle Zellen haben sich um das Doppelte vergrössert. Die Rinde enthält, mit Ausnahme der Epidermis, deren Inhalt ziemlich gleich geblieben, ausgebildeteres Chlorophyll, welches besonders in den mittleren Zelllagen sich zu Kügelchen differenzirt hat. Die Kügelchen sind jedoch meistentheils noch blassgrün, auch nicht völlig isolirt und scharf begrenzt. Die Bastzellen haben an Länge und Weite gewonnen, die Membran erscheint noch dünn und gleichförmig. An die Stelle des klaren, flüssigen Inhaltes, welcher früher in den Interzellulargängen und den sich bildenden Bastzellen vorhanden war, ist ein reichlicher feinkörniger Inhalt getreten, welcher diesen Zellen ganz das Aussehen von Milchgefässen ertheilt. In den jüngeren Bastzellen (wie in der mittleren bei *B* in Fig. VI) ist dieser Inhalt sparsamer, in den älteren (wie in den äusseren in Fig. VI) dichter und gröber, auch bemerkt man hier, dass sich einzelne der Körnchen zu winzigen Zellchen ausgebildet haben. Dies geschieht, indem die Körnchen durch Aufnahme von Flüssigkeit in das Innere sich höhlen und ihre äussere, die Höhlung umgebende Substanz zur Membran sich differenzirt. Die Bastzellen bilden keine gleichdicke und gleichmässig zwischen Rinde und Cambium ausgebreitete Schichte, sondern die Bastschichte ist häufig unterbrochen, besonders in mageren Leinpflanzen. Sie besteht an manchen Stellen aus 4—5, an manchen nur aus einer einzigen Lage von Zellen. In der Regel jedoch bildet eine 3—4fache Zellenlage den Bast.

Die ungleiche Dicke und stellenweise Unterbrechung der Bastschichte erklärt sich durch ihre Entstehung aus Interzellulargängen. Im Querdurchschnitte erscheinen die Bastzellen meist unregelmässig und ein wenig ausgebuchtet, Fig. IX, *B*, woran ebenfalls der ungleiche Durchmesser der Interzellularräume Schuld ist. Die Bastzelle besteht, so wie bei ihrem Erscheinen, aus reiner Cellulose. Davon überzeugt man sich leicht durch die bekannte Behandlungsweise mit Jod und Schwefelsäure (4 Theile auf 1 Theil Wasser), wodurch sich die Membran schön blau färbt. Der Inhalt der Bastzelle färbt sich durch Jod dunkelgelb und scheint viel Dextrin zu enthalten. Da sich derselbe nicht isoliren lässt, so kann man auch keine besondere chemische Prüfung damit vornehmen.

Die Cambiumzellen haben einen, vom früheren Stadium wenig abweichenden Inhalt. Hier und da bemerkt man eine unbedeutende Vergrünung desselben und Bildung von ungefärbten, sehr durchsichtigen Cytoblasten, welche in der Jugend durch einige Schleimfädchen der Membran anhängen. Die Holzzellen

verdicken sich, ohne noch deutliche Tüpfel zu bilden. Bisweilen eilen einzelne Holzzellen in der Verdickung voran. Der Inhalt aller Holzzellen ist sparsam feinkörnig, wie auf der früheren Stufe. Die Gefässbündel sind ausgebildet und enthalten Spiralgefässe. Der braune, dunkle Ring, den die Spiralgefässe am Querdurchschnitte zeigen, wird durch die mehrfach über einander liegenden Windungen der Spiralfaser verursacht. Die Markzellen, welche ziemlich allmählich in das Holz übergehen, sind etwas grösser geworden, und schliessen ein ausgebildeteres Chlorophyll ein, welches hier und da zu Kügelchen sich formt, die aber kleiner und blasser sind, als in der Rinde. Wie früher, zeigen die Markzellen auch jetzt, mehr oder minder vollkommene, oft rudimentäre Zellschläuche, Fig. IX, *p*, *p*. Oft entstehen die Zellschläuche um die ausgebildeten Chlorophyllkügelchen.

Zur Vervollständigung der anatomischen Details dieses Stadiums, ist in Fig. VII ein stärkerer Gefässbündel des Holzes dargestellt. Dieser besteht beim Lein, in der Jugend wie im Alter, fast nur aus Spiralgefässen, ohne begleitende und umschliessende besondere Zelllage. Nach unten liegen die Markzellen, *E*, nach oben die Holzzellen, welche ihn begrenzen. Oft sind die Gefässbündel mehr in das Holz gerückt und allseitig von demselben umschlossen, die umgebenden Zellen zeigen aber, den etwas geringeren Durchmesser abgerechnet, keine Verschiedenheit von den übrigen Holzzellen. In Fig. VIII ist der Durchschnitt einer Spaltöffnung des Stengels zu sehen. In Fig. X das Stück einer losgetrennten Bastzelle, an welcher sich die charakteristische, allmähliche Verschmälerung und Zuspitzung wahrnehmen lässt. Die Bastzellen lassen sich schon in diesem Stadium bei einiger Vorsicht leicht von dem umliegenden Gewebe abtrennen, da ihr Zusammenhang, obgleich ein ziemlich vollständiger, dennoch kein sehr inniger ist. Aus diesem Verhalten drängt sich, auch ohne Rücksicht auf die Entwickelungsweise, die Vermuthung auf, dass die Bastzelle keine, mit dem umliegenden Gewebe gleichzeitig entstehende und gleichförmig auftretende Bildung sein möge, eine Vermuthung, welche sich durch die Entwickelungsgeschichte bestätigt.

Fünftes Stadium.

Dieses entspricht dem Punkte *c* in Fig. I. Das Stammgewebe verhält sich, wie der Querdurchschnitt, Fig. XI. Rinde, Cambium und Mark sind im Wesentlichen unverändert, ausser dass die Cuticula der Epidermis sich stärker verdickt, und das Chlorophyll der Rindenzellen unbedeutend sich fortgebildet hat. Die äusseren Zellen des Markes, dessen Inneres von grösseren Höhlungen durchsetzt wird, haben den früher angegebenen Inhalt. Man kann noch immer Übergangsformen vom Cytoblast zum Zellschlauch bemerken, bisweilen sieht man eine Bildung wie in *p* und *p'*. Es wachsen einzelne Cytoblasten *p*, zu sphärischen Zellen aus, *p'*, *p'*, welche fast die Grösse der Mutterzelle erreichen und sich oft an die Wand derselben anlegen. Der Inhalt der Cytoblastenzelle ist klar, die Membran äusserst zart. Diese Bildung ist eine zufällige und vorübergehende. Zufällig, weil sie nur hier und da, ohne die geringste Gesetzmässigkeit auftritt, und auf das fernere Verhalten der Markzellen auch keinerlei Einfluss übt. Cytoblastenzellen der beschriebenen Art sind überhaupt unwesentliche Bildungen, und man würde denselben bei weitem nicht den Einfluss auf die Gewebsgestaltung zugeschrieben haben und noch zuschreiben, wenn man auf ihr Vorkommen in Geweben, deren Zellen keine weitere Vermehrung erfahren, geachtet hätte.

Die Bastzellen verdicken sich in diesem Stadium sehr merklich. Die Verdickung geschieht gleichmässig, der Inhalt bleibt unverändert. Auch die Verdickung der Holzzellen nimmt zu und sie verlieren ihren gekörnten Inhalt.

Eine etwas höhere Entwickelungsstufe ist Fig. XII. Sie macht den Übergang zu Fig. XIII und stammt aus einem mageren, schwachen Stengel, daher die Abweichung im Baue erklärlich. Die Rinde zeigt zwei Interzellularräume. Solche kommen, obwohl selten, auch schon früher vor. Mit zunehmendem Alter vergrössern sie sich. Die Bastschichte ist unterbrochen, und besteht an verschiedenen Punkten aus 1—3 Lagen von Zellen, nach links zu sieht man einen walzlichen Bastbündel. An der Unterbrechungsstelle des Bastes communiziren Rinde und Cambium. Oft bemerkt man, selbst bei kräftigen Pflanzen, im Umfange des

Stengels 10—20 Unterbrechungen der Bastschichte, noch häufiger aber Stellen, wo nur eine einzige Lage von Bastzellen vorhanden ist. Im Allgemeinen kann man die verschiedene und abwechselnde Mächtigkeit der Bastschichte als Regel aussprechen, und es wird sich später herausstellen, von welch' grossem Vortheile diese Eigenthümlichkeit des Bastes für die leichtere Gewinnung und Bearbeitung der Faser ist. Die Verdickung der Fasern auf vorliegender Entwickelungsstufe ist bedeutend, doch nimmt man noch keine ausgesprochene Schichtung der Wand wahr.

Sechstes Stadium.

Diese Entwickelungsstufe ist auf dem Punkte *d* in Fig. I zu treffen. Der Querdurchschnitt des Stammes zeigt sich wie Fig. XIII, der Längendurchschnitt wie Fig. XVI. Dieses Stadium charakterisirt sich hauptsächlich durch den Abschluss in der Grössenzunahme aller Zellen, nächstdem durch die vollendete Ausbildung des Chlorophylls der Rinde, und schärfere Umschreibung der Stengelhöhlung an der Stelle des verschwindenden Markes. Die Epidermiszellen, deren Cuticula das Maximum ihrer Verdickung erreicht hat, führen wie früher, sparsamen, feinkörnigen Inhalt, stellenweise mit einem Anfluge von Chlorophyll. Die Rindenzellen enthalten ausgebildete, vollkommene, fast homogene Chlorophyllkügelchen, welche zum grössten Theile noch der Wand anhängen. Sie liegen in dem jetzt erweiterten Zellraume lockerer und zerstreuter, als es früher der Fall gewesen, und haben, nebst scharf abgegrenzter Gestalt, die grösste Intensität der Farbe erreicht. In der innersten Zelllage der Rinde ist das Chlorophyll gewöhnlich unvollkommener. Die Bastzellen sind erweitert und mächtig verdickt, so dass nahezu die Hälfte des Lumens von der Verdickung ausgefüllt wird. Zugleich lassen sich am Querdurchschnitte die Schichten deutlicher noch als am Längenschnitte erkennen. Meistentheils sind ihrer drei bis vier. Der Inhalt ist wie im früheren Stadium beschaffen, doch vergrössern sich seine Körnchen mit zunehmendem Durchmesser der Bastzelle. Meistentheils sind sie farblos, die grösseren haben bisweilen einen zarten, gelblich grünen Anflug, wie bei entstehendem Chlorophylle. Zwischen den Körnchen finden sich zahlreich die oben beschriebenen, aus denselben entstehenden Zellchen. In den meisten Bastzellen ist die Körnermasse in mehrere Partien vertheilt, und an den Unterbrechungsstellen bloss flüssiger, klarer Inhalt vorhanden. Mitunter finden sich auch Bastzellen vor, die mit Körnern vollständig erfüllt sind. Die Bastzellen hängen sehr selten an allen Punkten ihrer Oberfläche unter sich zusammen, sondern erzeugen, vermöge der abgerundeten oder gefurchten Oberfläche und der oft vorkommenden Einschnürungen, zahlreiche, kleine Interzellulargänge. In kräftigen und üppigen Leinpflanzen findet man die Interzellulargänge viel sparsamer, als in mageren Exemplaren, die eine dünne und sehr unterbrochene Bastschichte besitzen. Sie sind sowohl am Querdurchschnitte, Fig. XIII, als am Längendurchschnitte, Fig. XVI, zu bemerken. Die Zwischenzellengänge, vereint mit der geringen Innigkeit der Verbindung an den Berührungspunkten, sind die Hauptursache, dass sich die Bastzellen in diesem und allen folgenden Stadien, so wie auch im erwachsenen, trockenen Stengel mit solcher Leichtigkeit trennen lassen. Die Zwischenzellengänge führen, wie die Bastzellen, einen gummigen Inhalt, welcher bis zur vollendeten Ausbildung der Faser sich erhält, und derselben zumeist die Geschmeidigkeit verleiht, wodurch sich eine gute Leinfaser auszeichnet.

Wir sahen schon früher, dass sich die Bastzellen ungleichzeitig bilden, obgleich sie in der Regel später, wenn die ganze Bastschichte angelegt ist, in dem Grade ihrer Ausbildung nicht auffallend von einander abweichen. Doch bemerkt man auf dieser und den folgenden Stufen, wo die Verdickung der Membran bedeutend zugenommen hat, nicht selten sehr deutlich die ungleiche Ausbildung neben einander liegender Bastzellen. So ist dies in Fig. XIV, fig. 1, zu sehen, bei *a* zeigt sich die geringste, bei *b* eine stärkere, bei *c* die stärkste Verdickung der Bastzellen, woraus man auf das Alter der Verdickung schliessen muss. Es erscheinen übrigens hier, wie in allen Querdurchschnitten, die Bastzellen desshalb von so ungleicher Weite, weil der Schnitt die Zellen in verschiedener Höhe trifft, daher solche, wo die Spitze getroffen wurde, auch sehr klein und enge sich darstellen. Bisweilen ist die Furchung der Bastzellen,

welche ihre ausgebuchtete Gestalt im Querdurchschnitte bedingt, so bedeutend, dass sie wie Fig. XIV, fig. 2 aussehen.

Die Wand der Bastzelle besteht auch in diesem Stadium, wie früher, aus reiner Cellulose und stimmt hierin mit den Rinden- und Cambiumzellen überein. In Fig. XV sind Zellen dargestellt, welche auf den Gehalt an Cellulose mit Jod und verdünnter Schwefelsäure geprüft wurden, in fig. 1, einige Rindenzellen, in fig. 2 eine Bastzelle. Der Inhalt beider färbt sich durch Jod bräunlich, zieht sich in Klümpchen zusammen, und wird durch Schwefelsäure nicht verändert. Die Rindenzellen quellen dabei etwas auf, und werden an den Verbindungsstellen aufgelockert, so dass sie sich bei einigem Drucke leicht isoliren lassen.

Die übrigen Stammschichten verhalten sich in diesem Stadium wie folgt: Die Cambiumzellen sind unverändert, ihr Inhalt hat einen unbedeutenden Anflug von Chlorophyll; die Holzzellen haben an Dicke bedeutend gewonnen und zeigen im Längendurchschnitte zahlreiche Tüpfelcanäle. Im Querdurchschnitte sind die Tüpfelcanäle um so schwieriger zu sehen, je dicker der Schnitt geführt wurde, und das Holz scheint aus gleichmässig verdickten Zellen zu bestehen. Die verdickten Wände der Holzzellen zeigen keine deutliche Schichtung. Das Mark ist zum grössten Theile geschwunden, die übrig gebliebene, nach Innen von den Resten der zerrissenen Zellen gebildete Markschichte hat mit Ausnahme des schwindenden, festen und flüssigen Inhaltes, die frühere Beschaffenheit.

Eine unbedeutend höhere Entwickelungsstufe, als die beschriebene, ist Fig. XVII. Sie entspricht dem Punkte *e* in Fig. I. Die Unregelmässigkeit in der Gestalt der Bastzellen und in der Dicke der Bastschichte tritt hier besonders deutlich hervor. Bemerkenswerth ist noch, dass die Chlorophyllkügelchen der Rinde den Culminationspunkt ihrer Ausbildung erreichen und sich aufzulösen beginnen. Es werden dabei auf Kosten der halbfesten Grundmasse der Chlorophyllkügelchen Körnchen aus denselben gebildet, und aus jedem Kügelchen differenziren sich beim Zerfallen desselben mehrere, oft viele solche Körnchen.

Siebentes Stadium.

In den folgenden Perioden schreitet die Erhärtung aller, namentlich der Holzschichte fort, ausserdem erleiden nur die Bastzellen und der Inhalt der Rinde und des Cambiums merkliche Veränderungen. Ehe wir zur Schilderung derselben schreiten, dürfte es zweckmässig sein, die verschiedenen und mitunter sehr abweichenden Gestalten der Bastzelle, welche schon im früheren Stadium in ziemlicher Entwickelung vorkommen, hier übersichtlich zusammen zu stellen. Es werden sich daraus die verschiedenen Abweichungen, welche wir an der ausgebildeten Bastzelle und an der verarbeiteten Flachsfaser antreffen, desto leichter erklären.

Man kann im Allgemeinen die Bastzelle auf der früheren Stufe als halb ausgebildet ansehen, weil die Verdickung der Membran, welche hier als massgebend erscheint, bereits zur Hälfte sich gebildet hat. Die normalen Bastzellen stellen sich isolirt wie Fig. XIX, fig. 1 (120 Mal vergrössert), fig. 2 (400 Mal vergrössert) dar. Im vollkommenen Zustande sind sie in der Mitte am dicksten, verschmälern sich nach beiden Enden allmählich und laufen in haarförmige Spitzen aus. Doch gibt es viele Abweichungen und Unregelmässigkeiten, wohin vornämlich stellenweise Auftreibungen und Knoten der Bastzelle gehören. An den meisten Bastzellen sind die Schichten, woraus die Wand besteht, angedeutet. Sie sind zahlreich, und treten desto deutlicher hervor, je stärker die Verdickung ist. Die Bastzelle erlangt dadurch ungefähr das Ansehen, als ob sie zarte Längsstreifen an der Oberfläche hätte, was aber nicht der Fall ist.

Unbedeutende, knotige Anschwellungen der Bastzelle trifft man häufig an. Fig. XIX, fig. 2, *a*, *a*. Auch früher schon in Fig. XVI, im Längendurchschnitte des Stengels, wurden solche sichtbar. Gewöhnlich sind die Knoten in unregelmässigen Abständen vertheilt. Bei Verfolgung der Bastzellen auf längeren Strecken im Gewebe, überzeugt man sich, dass diese Knoten dort entstehen, wo solche Verbindungsstellen von Rinden- oder Cambiumzellen sich befinden, oder ursprünglich befanden, welche etwas eingedrückt sind.

Die Bastzelle, die sich zwischen solchen Parenchymzellen im Interzellulargange bildet, wird in der Gestaltung der Oberfläche von den Nachbarzellen bedingt. Daraus erklärt sich auch das Vorkommen solcher Formen, wie Fig. XIX, fig. 5. Die Anzahl der Knoten und die Grösse ihrer Abstände entspricht der Zahl und Länge der Rindenzellen[1]). Bisweilen findet man in solchen Anschwellungen der Zelle, quer durch die verdickte Wand verlaufend, einen zarten, dunklen Streifen, Fig. XIX, fig 5 und 6, *a*, *a*. Auch ausserhalb der Knoten, in walzenförmigen Bastzellen, findet man solche Streifen, mitunter zahlreich, Fig. XX, fig. 1. Ohne Zweifel sind sie Tüpfelcanälen, welche sich später schliessen, vergleichbar, und nichts Anderes als kleine Querspalten und Hohlräume, welche die secundären Verdickungsschichten der Bastzelle durchsetzen. Dieselbe Erscheinung, jedoch in einem ungleich ausgebildeteren Grade, hat Schacht[2]) an den Holzzellen verschiedener Gewächse getroffen und vortrefflich beschrieben und abgebildet. Er hat ein ganzes System solcher Spalten entdeckt, welche in verschiedener Richtung gegen den Längendurchmesser der Zelle die Verdickungsschichten durchsetzen. Ähnliche Streifen erscheinen, wie wir später sehen werden, sehr oft an der verarbeiteten Faser, haben aber in einer mechanischen Ursache, in Zerrung, Drehung und Quetschung ihren Grund. Man muss desshalb auch bei Untersuchung der unausgebildeten Faser sorgsam verfahren, und bei der Trennung vom umgebenden Gewebe jede Zerrung vermeiden, um kein falsches Bild zu erhalten. Noch muss ich einer besonderen, mit der beschriebenen im äusseren Ansehen ziemlich übereinkommenden Bildung gedenken. Bisweilen scheinen bei Bildung der Interzellulargänge einzelne Zellreihen des umliegenden Gewebes so isolirt zu werden, dass sie frei in die Höhlung hineinragen. Diese Zellreihen werden später aufgelöst, während aber ihre Auflösung erfolgt, an der die Scheidewände zuerst Theil nehmen, schlägt sich eine Membran von Cellulose, als Anlage einer Bastzelle, im Innern der Zellreihe nieder, und die Reste der Querwände sind dann an der ausgebildeten Faser in ähnlicher Weise als Querstreifchen bemerkbar, wie wir solches in Fig. XIX, fig. 5, sahen. Auf diese Art bin ich wenigstens allein im Stande, eine Reihe von Bildungen zu erklären, welche ich leider nicht in allen Übergängen verfolgen konnte, weil sie selten und mehr zufällig sind. Und desshalb vermuthe ich sogar, dass sich im Zusammenhange mit dieser Bildung vielleicht der Übergang zwischen der Bastzelle dem Milchsaftgefässe und dem wahren Gefässe wird nachweisen lassen. Ich spreche diese Ansicht aus, ohne ihr ein weiteres Gewicht beizulegen, oder sie einem kritischen Urtheile aussetzen zu wollen.

Bisweilen findet man, durch die besondere Form des Interzellularganges veranlasst, Bastzellen, welche in der Mitte enger sind, Fig. XX, fig. 4, 5. Bisweilen solche wie Fig. XX, fig. 3. Hier ha sich bei *a* eine bedeutende Anschwellung gebildet und an beiden Enden derselben ist die Zelle sehr eng. Nicht selten haben die Bastzellen ungemein dünne, verlängerte, haarförmige Enden, Fig. XX, fig. 2, 3, welche von den Verdickungsschichten ganz ausgefüllt sind und keine Höhlung mehr erkennen lassen. Solche haarförmige Enden bilden sich in den engsten Theilen der Interzellulargänge, welche in Gewebsschnitten kaum deutlich werden, sie sind selbst im ausgebildeten Zustande um ein Mehrfaches enger, als der Durchmesser der jüngsten Gewebszellen, so dass man aus diesem Verhalten ohne Rücksicht auf die Entwickelungsgeschichte zu dem Schlusse geführt wird, dass die Bastzellen keine mit dem übrigen Parenchyme gleichzeitig auftretende Zellen sein mögen.

In der Regel ist die Verdickungsschichte der Bastzellen gleichmässig und ihre Begrenzungslinie parallel. Nur nach den verschmälerten, haarförmigen Enden hin convergiren dieselben. Die dünnen Haarspitzen werden auch meist früher von der Verdickungsschichte ausgefüllt, als der übrige Theil der Bastzelle.

---

[1]) Ähnliche Anschwellungen der Bastzellen kommen bei sehr vielen Pflanzen vor, und haben immer in der Form des Interzellularganges und in der angegebenen Entstehungsweise der Bastzelle ihren Grund. Meyen hat solche Bastfasern, welche jener des Leines nahe kommen, bei *Ceropegia aphylla* und *Hoya carnosa* dargestellt (Neues Syst. I. Tab. VI, Fig. 1—8). Ebenso ist an den bedeutenden Aussackungen der Bastzellen, wie sie z. B. Link von *Daphne Mezereum* abbildet (*Anat. plant.* I. Tab. VIII, Fig. 6), die Form des Interzellularganges, in dem sie entstehen, Schuld.

[2]) Botan. Zeit. 1850, p. 697, t. VII. Die ästigen Holzzellen, welche Schacht fig. 3, 4, 6 abbildet, haben, wie kaum zu zweifeln, gleiche Entstehung mit den Bastzellen.

Trotz diesem Normalbaue findet man doch nicht selten abweichende Bastzellen, von dem Ansehen Fig. XX, fig. 4, 5. Diese Formen werden durch die stellenweise übermässige Entwickelung der Verdickungsschichte und die endliche vollständige Verschliessung der Höhlung an mehreren Stellen hervorgebracht, fig. 4, *b*, *b*. Gewöhnlich ist dann, an denjenigen Punkten, wo die Schichten sich nicht berühren, ihre Oberfläche uneben. Besonders auffallend sind solche seltene Bastzellen wie fig. 5, wo durch stellenweise Ausfüllung des Lumens scheinbare Querscheidewände entstehen.

Wenn man den Inhalt der Bastzellen in diesem Stadium einer genaueren Untersuchung unterwirft, so findet man drei verschiedene Abweichungen, welche in Fig. XIX, XX zusammengestellt sind. In der Regel enthält der Inhalt, wie früher, eine ziemlich gleichförmige, feine, farblose Körnermasse, welche zerstreute Zellchen einschliesst, und gewöhnlich klümpchenweise in grösseren und kleineren Unterbrechungen die Höhlung der Bastzelle ausfüllt, Fig. XIX, fig. 2, 5. Bisweilen bekommt der körnige Inhalt einen Anflug von Chlorophyll, der in manchen Fällen so stark ist, dass sich die Körnchen wie in Fig. XIX, fig. 3, darstellen. Hier kann über die wahre Chlorophyllnatur derselben kein Zweifel obwalten. Bisweilen trifft man zwischen dem körnigen, ungefärbten Inhalte einige Chlorophyllkörner an, Fig. XIX, fig. 6 bei *c*. Die Entstehung dieser Chlorophyllkügelchen hängt wahrscheinlich mit dem Auftreten der Zellchen zwischen den Körnern zusammen. Der farblose sowohl, als der vergrünte Inhalt der Bastzelle färbt sich durch Jod gelbbraun, Fig. XIX, Fig. 4, letzterer etwas dunkler. Obwohl die Körnerklümpchen ungleich in der Höhlung vertheilt sind und keine umhüllende Membran besitzen, so kommen doch Fälle vor, wo sich rudimentäre Membranen ganz nach Art der Primordial- oder Zellschläuche um dieselben bilden, Fig. XIX, fig. 6, *p*, *p*. Hier durchzieht ein unregelmässig gefalteter und ausgesackter, stellenweise unterbrochener, löchriger Zellschlauch die Bastzelle. In ähnlicher Weise sind bisweilen kürzere, rudimentäre Schläuche oder Zellhautstücke zu sehen. Die Bildung des Zellschlauches ist eine für den Bestand und die weitere Entwickelung der Bastzelle ganz unwesentliche Erscheinung, und sie kann, wie wir oben bei den Markzellen gesehen, ebenfalls durch Wasserzugabe hervorgerufen werden. Doch liefert sie mit den übrigen Metamorphosen der Bastzelle den Beweis für die vollkommene Zellnatur derselben. Anderseits sehen wir daraus, dass man in ähnlichen Fällen auf das Vorhandensein einer schlauchigen Hülle um Körnerklumpen des Inhaltes kein besonderes Gewicht zu legen habe, dass es für die allgemeine Betrachtung unwesentlich ist, ob solche Zellschläuche vorkommen oder nicht. Überblickt man eine grössere Reihe von Entwickelungsstufen und abweichenden Formen, so überzeugt man sich oft, dass die Grenzen, innerhalb welcher viele Bildungen schwanken, nicht so enge gesteckt sind, und die Gegenwart oder Formverschiedenheit einer Bildung keine solche Bedeutung habe, als man ihr auf den ersten Blick beilegen möchte.

Achtes Stadium.

Die vorletzte Entwickelungsstufe des Stengelgewebes und der Bastschichte ist in Fig. XXI im Längendurchschnitte, in Fig. XXII im Querdurchschnitte dargestellt. Diese Stufe entspricht dem Punkte *f* in Fig. I. Das Gewebe ist seiner Vollendung nahe. Die Blätter fallen grossentheils ab, besonders wenn die Leinpflanzen dicht stehen. Die Epidermis beginnt sich zu lockern, die Cuticula zu verwittern, rauh und bräunlich zu werden. Die Interzellularräume der Rinde haben sich vergrössert. Das Chlorophyll zeigt deutlicher das früher beschriebene Zerfallen in Körner. Es tritt nun gewöhnlich eine Bildung von Chlorophyllzellen auf, indem sich um die Körner, welche auf Kosten der zerfallenden Chlorophyllkügelchen entstehen, eine zarte Membran bildet, Fig. XXIII. Es legen sich mehrere der secundären Chlorophyllkörnchen aneinander, fig. 1, um dieses Klümpchen entsteht aus dem umgebenden, bildungsfähigen Schleiminhalte der Rindenzelle ein Bläschen, fig. 2, 3. Meistens trifft man in den Rindenzellen solche Bläschen mit hüllenlosen Körnerklümpchen vermischt an. Die Höhlung der Bastzellen hat sich bis auf einen geringen Theil, welcher im Querdurchschnitte nur als dunkles Pünktchen erscheint, durch die Verdickungsschichten ausgefüllt. Ihr Inhalt ist sparsamer geworden, hat aber sonst die früheren Eigenschaften. Das Cambium

führt gewöhnlich, obwohl nicht ausschliessend, einen etwas chlorophyllhaltigen, feinkörnigen Inhalt, ziemlich übereinstimmend mit jenem der Rinde, auf seinen ersten Entwickelungsstufen, Fig. XXI. Die Körnchen ballen sich auch häufig in Klümpchen zusammen, obwohl ein Verfliessen derselben zu einem homogenen Korne und eine dadurch bedingte Bildung vollkommener Chlorophyllkügelchen, wie wir dies in der jungen Rinde sehen, selten erfolgt. Hier und da finden sich mässige, meist sphärische, ungeschichtete Amylumkörner vor, aber nur wenige in einer Zelle, und man kann die Entwickelungsstufen derselben, vom zartesten Korne an, verfolgen. Das Holz ist fester und trockener geworden, das übriggebliebene Mark faltig, vertrocknet und ohne festen Inhalt, nach innen wird es von den zerrissenen und zusammengefallenen Resten der ehemaligen tieferen Markschichte eingesäumt.

Befeuchtet man in diesem Stadium einen Gewebsschnitt mit Jodtinctur, so stellt sich derselbe wie Fig. XVIII dar. Der körnige Chlorophyllinhalt der Rinde und des Cambiums, so wie der Inhalt der Bastzellen bräunt sich, ebenso die Wände der Holzzellen. Insbesondere tritt bei den Bastzellen der Umriss der Höhlung, durch die Färbung des Inhaltes veranlasst, schärfer hervor, als im natürlichen Zustande. In vorstehender Figur ist nach rechts unten eine Bastzelle zu sehen, welche in der Ausbildung stark zurückgeblieben ist und eine noch ziemlich weite Höhlung zeigt. Auch die übrigen Bastzellen haben eine wenn gleich geringere Abweichung unter einander.

An den isolirten Bastfasern dieses Stadiums lässt sich, die Zunahme der Verdickung abgerechnet, der früher beschriebene Bau wahrnehmen. Einzelheiten, die auf dieser Stufe mitunter hinzukommen oder deutlicher erscheinen, sind folgende. Nicht selten zeigt sich eine sehr zarte, parallel-spiralige Streifung an der Oberfläche der Bastfaser, Fig. XXIV, fig. 1, 2. Ihre Entstehung ist schwer zu deuten, jedoch rühren die Streifen entschieden von keiner besonderen, die Bastzelle umkleidenden Spiralfaser her. Mit dieser Streifung darf eine andere nicht verwechselt werden, welche sich als ein eng gegittertes Netz wahrnehmen lässt, und im ausgezeichnetsten Grade bei den Bastzellen der Apocyneen und Asclepiadeen vorkommt. Diese letztere Streifung nimmt man an der unverletzten Bastfaser des Leines nicht wahr, sie erscheint jedoch sehr deutlich, wenn die Bastfaser stark gequetscht wird, Fig. XXIV, fig. 3. Der Untertheil der abgebildeten Bastfaser ist normal, und lässt nur parallele Längsstreifen als Andeutung der Verdickungsschichten wahrnehmen, der Obertheil ist gequetscht, *a*, *a*, und zeigt die gitterförmige Streifung. In der Deutung dieser Erscheinung schliesse ich mich der Ansicht Mohls[1]) an, welcher den Grund derselben in der ungleichen Dicke und Dichtigkeit der verschiedenen Theile einer zusammenhängenden Membran und ihrer Verdickungsschichten findet.

Bisweilen sind einzelne Verdickungsschichten deutlicher abgesetzt und schärfer gesondert, Fig. XXIV, fig. 2 und Fig. XXI in der äusseren Bastzelle. Diese Eigenthümlichkeit kommt auch im Baste anderer Pflanzen vor; bei der Nessel ist sie sehr ausgesprochen. Ebenso ist sie bei den gewöhnlichen, verdickten Gewebszellen seit länger bekannt[2]). Eine andere, seltenere Eigenthümlichkeit besteht in der auffallenden Dicke der Schichten, Fig. XXIV, fig. 4. Im trockenen, mageren Boden, bei dünnstehender Leinsaat trifft man sie am häufigsten.

Neuntes Stadium.

Bei vollkommener Ausbildung des Leines werden zuletzt die Höhlungen der Bastzelle ausgefüllt, so dass sie nicht mehr als Zelle, sondern als solide Faser erscheint, und der Ausdruck Bastfaser durch den Bau gerechtfertigt wird. Die Ausfüllung der Höhlung erfordert jedoch längere Zeit. Die Bastschichte der ganzen Pflanze ist sehr spät und dann erst vollendet, wenn die Samen längst ausgereift sind, die Blätter ganz oder grösstentheils sich abgelöst haben, der Stengel gelb oder bräunlich geworden ist und dem

---

[1]) Grundz. der Anat. u. Phys. der veget. Zelle, p. 21. Wahrscheinlich kommt diese Art der Streifung allen Bastzellen zu, tritt jedoch im normalen Zustande nicht immer deutlich genug hervor.

[2]) Meyen hat sie von Cycas revoluta, Cereus grandiflorus schön abgebildet.

Absterben sich nähert. Um die Zeit, wenn die Samenkapseln ihre volle Grösse erreichen, die Samen halbreif sind und aus dem milchigen in den festen Zustand übergehen, ist wohl der grössere Theil der Bastfasern ausgebildet, in dem oberen Theile des Stengels und in den Ästen ist aber die Entwickelung noch nicht vollendet. Die ausgebildeten Fasern haben um diese Zeit noch jene Weiche, Geschmeidigkeit und Glanz, welche für eine gute Faser charakteristisch sind; später, wenn die Kapseln sich öffnen, die Blätter grösstentheils abfallen, die Pflanze im Wachsthume stockt, verhärtet und vertrocknet, erhärtet auch die Faser allmählich, wird steifer, spröder und glanzloser. Zugleich wird die gegenseitige Verbindung der Fasern fester, weil das gummige Bindungsmittel derselben (Inhalt des ursprünglichen Interzellularganges) eintrocknet.

Um die volle Ausbildung des Bastes im ganzen Stengel zu erzielen, müsste demnach die Leinpflanze bis über die Samenreife und bis zum völligen Absterben im Boden belassen werden [1]). So lange darf aber die Pflanze, wenn die Güte der Faser erhalten werden soll, nicht im Boden verbleiben. Darum handelt es sich, den richtigen Zeitpunkt des Raufens so zu wählen, dass der grösste Theil der Fasern seine volle Ausbildung erlangt, dabei aber an Festigkeit, Dauerhaftigkeit und Geschmeidigkeit nicht verloren hat. Der Zeitpunkt der vollständigen Ausbildung aller Fasern wäre für die Erzielung eines guten Flachses zu spät gewählt, obwohl dieser Zeitpunkt, wenn die Güte der Fasern durch Verbleiben im Stengel nicht verlöre, allerdings der passendste sein müsste.

Es ist somit unvermeidlich, dass man in dem geernteten Leine Fasern von verschiedener Ausbildung und Qualität erhält. Die obersten Fasern des Stengels sind unvollkommener, und können den unteren nur zufällig an Güte gleichkommen oder sie übertreffen, im Falle als der rechte Zeitpunkt des Raufens übersehen wurde. Hierzu gesellt sich noch der Umstand, dass gar nicht selten die in gleicher Höhe und neben einander liegenden Fasern des Stengels einen verschiedenen Grad der Ausbildung besitzen, der ihnen vermöge der ungleichzeitigen Entstehung zukommt. Je häufiger diese Ungleichmässigkeit vorkommt, desto mehr verliert die Qualität des Flachses.

Die chemische Beschaffenheit der ausgebildeten Faser ist dieselbe wie auf allen Entwickelungsstufen, sie besteht aus reiner Cellulose. Ihre Zusammensetzung ist nach den neuesten Untersuchungen von Mitscherlich [2]) $C_{24}\ H_{21}\ O_{21}$, wodurch die Angabe Mulder's, dass sie aus $C_{12}\ H_{10}\ O_{10}$ bestehe, berichtigt wird.

Am Schlusse dieses Capitels sind einige historische Notizen über unsere Kenntnisse des Baues der Flachsfaser anzuführen. Leuwenhoek [3]), der Vater der Mikroskopie, war der erste, der die Flachsfaser untersuchte und beschrieb. Doch hat seine Untersuchung für den jetzigen Stand der Wissenschaft, bei der Mangelhaftigkeit der damaligen Hülfsmittel, kaum mehr als historischen Werth. Spätere Beobachter haben dem Gegenstande mindere Aufmerksamkeit geschenkt, so dass eine bessere Kenntniss erst verhältnissmässig spät erlangt wurde durch die 1822 entworfenen Abbildungen und Beschreibungen Fr. Bauer's, welche derselbe zu der Abhandlung Thomson's [4]) über die Gewebe an den ägyptischen Mumien gegeben hat. Bauer erkannte die röhrige Natur der Flachsfaser und die Form derselben schon so bestimmt, dass er im Stande war, Flachs- und Baumwollhaare jederzeit durch das Mikroskop zu unterscheiden. Auch nahm er zuerst wahr, dass die Flachsfaser durch alle Operationen der Bearbeitung, bis zur völligen Abnützung der Gewebe, nicht wesentlich verändert werde. Offenbar war seine Auffassung eine weit richtigere, als sie beim Anblicke der Zeichnungen scheint. Denn diese sind geradezu unbrauchbar. Die damals verbreitete Sucht, alle mikroskopischen Gegenstände körperlich darzustellen, Schatten und Lichter

---

[1]) Das Absterben ist hier in Bezug auf den Gipfeltrieb gemeint, denn der untere Theil des Stengels bildet unter günstigen Verhältnissen neue Triebe und erhält sich mehrere Jahre, wenn man die Pflanze überwintert.

[2]) Monatsberichte der königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. März 1850.

[3]) Philosoph. Transact. XII. 1678.

[4]) Nach den Ann. of Philos. mit Zusätzen in Liebig's u. Wöhler's Ann. der Chem. u. Pharmac. Bd. 69.

in kräftiger Manier anzubringen, hatte zur Folge, dass die dargestellten Bastfasern eher Grashalmen mit Gelenken und Einschnürungen gleichsehen, als röhrigen Zellen. Die knospenähnlichen Seitenanhänge der Fasern sind ganz naturwidrig. Auch sind die Höhlungen viel zu weit, und wenn die dargestellten Exemplare wirklich aus Mumien-Leinwand stammen und dort durchweg in dieser Gestalt vorkommen, so beweisen sie, dass die alten Ägypter entweder eine andere, als die heute gebräuchliche Leinsorte oder Leinart zogen, oder die Stengel viel früher ernteten, als es bei uns der Brauch ist. Besser sind die Zeichnungen Varley's[1]). Doch leiden auch sie an den Unzukömmlichkeiten der körperlichen Darstellung.

Nach Franz Bauer hat Meyen gründlicher als frühere Beobachter den Bau der Flachsfaser erforscht. Mehrere darauf bezügliche Notizen sind im Verlaufe mitgetheilt. Heut zu Tage ist der Gegenstand, da er jedem Forscher bei der Hand ist, und die mikroskopische Forschung sich aus den Kinderschuhen hervorgearbeitet hat, geläufig geworden. Es blieb nur die Entwickelungsgeschichte zu verfolgen übrig, und die zartesten Details, welche im Baue sich darbieten, zu erforschen, so wie der Zusammenhang der Entwickelungserscheinungen mit dem Baue der ausgebildeten Bastfaser. Dies habe ich im Vorstehenden vollständig zu geben versucht.

II. Veränderungen der Flachsfaser beim Rösten, Dörren, Brechen, Schlagen, Reiben, Schwingen und Hecheln.

Die Methoden, welche man zur Gewinnung der Bastfaser aus den geernteten Stengeln in Anwendung bringt, sind in verschiedenen Ländern verschieden. Sie üben indess auf die Veränderungen, denen der Stengel dabei unterliegt, keinen wesentlichen Einfluss. In der folgenden Darstellung sind die Veränderungen, welche sich bei der am meisten verbreiteten belgischen Methode ergeben, zu Grunde gelegt. An dieselbe schliesst sich die Erörterung der chemischen Röste und der Dampfröste, welche gegenwärtig entschiedene Oberhand gewonnen hat über die belgische Methode, und dieselbe ohne Zweifel in wenigen Jahren ganz verdrängen wird. Später, wenn über die Güte der Flachsfaser die Rede sein wird, soll der verschiedenen Methoden und ihres Einflusses auf die Güte der Faser nochmals gedacht werden.

Der Zweck der Röste besteht darin, einen Gährungsprocess im Gewebe des Leinstengels einzuleiten, dadurch die Verbindung, welche die Bastschichte einerseits mit der Rinde, anderseits mit dem Holze vermittelst des Cambiums besitzt, zu lockern und zu zerstören, um die Trennung des Bastes leichter bewerkstelligen zu können[2]). Verfolgt man den Process, welcher sich bei der gemischten Röste darbietet, so bemerkt man Folgendes: Kurze Zeit darauf, nachdem die Leinstengel ins Wasser gebracht worden sind, worin sie die Röste zu überstehen haben, beginnt der Inhalt der Rinden- und Cambiumzellen, welcher wie wir früher gesehen Chlorophyll führt, zersetzt zu werden, etwas später werden auch die Zellen mürbe, lockern und lösen sich zuletzt bei längerem Verweilen im Wasser theilweise auf. Da die Zellen des Cambiums und des inneren Rindentheiles die dünnsten sind, so werden sie zuerst angegriffen. Daher lockert sich der Zusammenhang des Bastes und Holzes am frühesten. Hierzu trägt die scharfe Abgrenzung des Cambiums und der Holzschichte wesentlich bei.

Der Bast lässt sich bei eingeleiteter Röste an dem unteren Theile des Stengels stets früher und leichter von den anliegenden Schichten trennen, als am oberen. Die Ursache davon ist, weil das Cambium und die Rinde in dem untersten, ausgebildetsten Theile des Stengels durch Überreife bereits an Festigkeit verloren, und die Zellen mürbe geworden sind. Das Holz widersteht der Einwirkung des Wassers am längsten und um die Zeit, wenn sich die Bastschichte in der ganzen Länge des Stengels leicht ablösen

---

[1]) A. a. O. tab. IV.

[2]) Die Verbindungsart der Schichten haben wir oben kennen gelernt. Es ist schwer begreiflich, wie die, jeder anatomischen Wahrnehmung widerstreitende, empirisch rohe Ansicht entstehen konnte, dass die Schichten des Lein- und Hanfstengels durch einen Firniss von Pflanzenleim, Harz und Gummi zusammenhängen, welche Ansicht sogar in die besten Bücher, wie Liebig's, Wöhler' sund Poggendorff's Handwörterbuch der Chemie aufgenommen ist.

lässt — der Zeitpunkt der vollendeten Röste — ist bloss die ursprüngliche Membran der Holzzellen an den unverdickten Stellen mürbe geworden, was zur Folge hat, dass der Holzkörper leichter als im frischen Zustande zerbrochen werden kann.

Der körnige Inhalt der Rinde und des Cambiums, insbesondere das Chlorophyll, wird bei der Röste zersetzt, bräunt sich und zwar um so stärker, je länger die Röste gedauert. Bei zu langer Röste, wenn endlich die Fäule eintritt, die Rinden- und Cambiumzellen mehr und mehr sich auflösen und in eine schmierige Masse übergehen, bräunt sich auch der körnige Inhalt immer stärker, legt sich aber zugleich mit den übrigen Zellresten inniger an die Bastschichte und verunreinigt dieselbe. Die Bastfasern werden bei einer über Gebühr andauernden Röste nicht allein viel dunkler und schmutziger, sondern es wird auch ihre spätere Reinigung bedeutend erschwert. Auch verlieren die Fasern an Güte, indem sich die Gährung bald in ihrem Innern einstellt und sie mürbe, glanzlos und missfärbig macht.

Werden die Leinstengel aus der Wasserröste in die Thauröste und Vorbleiche gebracht, so erhöht sich ihre verminderte Zähigkeit in den ersten Tagen wieder, weil der wässrige Gehalt sich vermindert. Nach und nach wird die Rinde und der Überrest des Cambiums morsch, rissig, so dass sich die Bastfaser, beim Reiben mit den Fingern, vollständig vom Holze abtrennt. Je grösser die Rissigkeit der umliegenden Zellen, desto leichter die Ablösbarkeit der Bastschichte. Zuletzt treten kleine, graue und schwarze Pünktchen am Stengel auf, welche den Fingerzeig zum Abschlusse der Röste geben. Diese Pünktchen sind Anfänge eines Fadenpilzes, einer *Puccinia*, welche gleiche Entwickelungsweise mit der *P. graminum*, dem gewöhnlichen, schwarzbraunen Rostpilze der Getreidearten und übrigen Gräser besitzt. Bisweilen zeigt sich auch eine andere Art von Fadenpilzen, ein *Fusisporium* dazwischen, welche das sicherste Zeichen der über Gebühr fortdauernden und bereits in die faulige übergehenden Gährung ist. Werden die Leinstengel über die gesetzte Zeit in der Thauröste belassen und ist die Witterung anhaltend feucht, so entwickelt sich die *Puccinia* vollkommen, endlich tritt eine *Sphaeria* an ihre Stelle und der Stengel erhält ein dunkelfleckiges Aussehen. Zugleich wird Bast und Holz von der Fäule ergriffen.

Nimmt man die Leinstengel zu früh aus der Thauröste, so lässt sich die Bastschichte schwer und unvollständig vom Holze trennen. Die Ursache davon ist, dass das Cambium noch nicht völlig zerstört, oder doch so mürbe und morsch geworden ist, dass es der Trennung keinen Widerstand entgegensetzt. Nimmt man die Leinstengel zu spät aus der Thauröste, so wird auch die Bastfaser von der Verwitterung und Zerstörung ergriffen, sie verliert ihre Zähigkeit und Geschmeidigkeit, wird morsch, brüchig und glanzlos.

Die chemische Röste mit verdünnten Säuren, gemeiniglich Schwefelsäure, welche man in neuester Zeit versucht hat, beruht auf demselben Principe wie die andern Röstmethoden, der Zweck ist die Cambiumschichte aufzulockern, um die Trennung der Bastbündel leichter zu bewerkstelligen. Die anatomischen Veränderungen, welche sich bei diesem Verfahren zeigen, bestehen wie bei der gewöhnlichen Röste in der Erweichung, Auflockerung und theilweisen Auflösung der Wände des Cambiums und der Rinde. Eine Modification dieser Methode, welche sich durch die Kürze der Zeit, innerhalb welcher die Röste vollbracht werden kann, auszeichnet, ist das Verfahren Claussen's. Er wendet Soda und Schwefelsäure mit Wasser im so hohen Grade verdünnt an, dass die Faser dadurch nicht angegriffen wird. Darin werden die Leinstengel gekocht und so die Röste in vier Stunden beendigt. Die Veränderungen, die bei Auflockerung des Gewebes eintreten, bleiben dieselben. Die Hauptursache der schnellen Beendigung der Röste ist dabei weniger den Beimischungen, als dem kochenden Wasser selbst zuzuschreiben, welches die Verbindung zwischen dem Baste und der Rinde einerseits, und dem Cambium und Holze anderseits schnell lockert. Die Röste erfolgt eben so gut ohne diese Beimischungen, wie die Dampfröste augenscheinlich beweist.

Diese Methode, auch amerikanische Röstmethode genannt, hat durch ihre geringe Kostspieligkeit in Verhältniss zur Menge und Qualität des erzeugten Productes, durch Zeitersparniss und leichte Anwend-

barkeit selbst unter beschränkten Verhältnissen, so viele Vortheile für sich, dass sie in kurzer Zeit in den Unionsstaaten, in England, Irland und an vielen Orten des Continentes in Aufnahme gekommen ist. Die ursprüngliche Art dieser Röste besteht darin, dass hölzerne Kufen mit warmem Wasser gefüllt werden, in welche man die Leinstengel legt. Durch Schlangenröhren, worin warme Dämpfe circuliren, wird die Temperatur in denselben gleichmässig erhalten und so die Röste in drei Tagen absolvirt. Da das warme Wasser dabei die Hauptrolle spielt, so wird der Zweck vollkommen erreicht, wenn dasselbe auf was immer für eine Weise in hinreichender Temperatur erhalten wird. In Österreich hat man dazu mit Vortheil die Abflüsse warmer Quellen benützt. Sogar Schwefelquellen sind dazu brauchbar. Zu Ullersdorf in Mähren wird ein grosses Röst-Etablissement durch warme Schwefelquellen versorgt. Die Versuche, welche der kaiserl. Rath Prof. Reuter in Wien, über diese Röstmethode angestellt hat, beweisen auf das Entschiedenste, neben den grossen Vortheilen vor der gemischten Röste, die leichte Anwendbarkeit derselben für jeden Landwirth.

Auch bei dieser Röstungsart wird eine Gährung im Stengel hervorgerufen, wie die lebhaften Gasausscheidungen beim Verlaufe derselben lehren. Der Bast löst sich mit ungleich grösserer Reinheit, als bei der gemischten Röste, von den umgebenden Schichten, und die Faserbündel desselben behalten Glanz, Glätte und Weisse im viel höheren Grade bei.

An den Stengeln, welche nach der belgischen Methode vollständig geröstet und hierauf gedörrt wurden, lassen sich Bastbündel und Bastfasern leicht mit der überliegenden Rinde vom Holzkörper ablösen. Sehr oft trennen sie sich während der Dörre, an vielen Stellen, wo die Rinde rissig ist, von selbst ab. Die Eigenschaft der Bastschichte, sich am gerösteten und gedörrten Stengel beim Brechen und Reiben der Länge nach in viele, ungleichdicke Faserbündel abzulösen, hängt genau mit ihrem Baue zusammen. Es wurde früher gesagt, dass die Bastschichte von ungleicher Dicke und stellenweise unterbrochen sei, dass sie aus vielen, neben einander liegenden Faserbündeln bestehe. Daher lösen sich auch durch mechanische Einwirkung diese Bündel ihrer ganzen Länge nach ab. Sie haben das Ansehen einzelner Fasern, im Grunde aber bestehen sie im Durchmesser aus 30—40 und mehr, unter einander verklebten Bastfasern, wie man sich leicht mit einem einfachen Vergrösserungsglase überzeugen kann. Ich bezeichne sie desshalb im Folgenden als Faserbündel, im Gegensatze zu den Fasern, worunter einzelne Bastzellen verstanden sind.

Die Bastfasern, welche sich an gerösteten, gedörrten Stengeln von freien Stücken ablösen, oder mit den Fingern leicht abgelöst werden können, stellen sich dar wie in Fig. XXV, XXVI. Man bemerkt die Faserbündel an den wenigsten Stellen rein, glatt und glänzend, sondern an der oberen Seite von den Überresten der Rinde, an der unteren von jenen des Cambiums verunreinigt. In Fig. XXV, bei *A*, *A*, *A*, sind die Überreste der Rindenschichte zu sehen, an denen man noch die einzelnen Zellen gut zu erkennen im Stande ist, obwohl die meisten sehr rissig und verwittert sind. In diesen Zellen bemerkt man mitunter die gebräunten Reste des Inhaltes, ebenso zeigen sich bei *a*, *a*, *a*, an der Oberfläche der Fasern Reste des früheren Zellinhaltes der Rinde. Sie sind mit Membranstücken untermischt, die im verschiedenen Grade der Zerstörung stehen. Bei *x* ist ein Pflänzchen der oben erwähnten *Puccinia*, welche bei der Thauröste die schwarzen Pünktchen an der Oberfläche der Stengel verursacht. In Fig. XXVI sieht man ein Faserbündel, welches von einem dunkelbraunen, eingeschrumpften Rindenstücke *A*, *A*, bedeckt wird. Solche Faserbündel haben unter dem Mikroskope ein sehr schmutziges und unerfreuliches Aussehen.

Der Bau und die chemische Beschaffenheit der Faser sind unverändert geblieben.

Durch das Brechen wird der Holzkörper des Leinstengels vom Baste getrennt, durch das Schwingen die dem Baste oberflächlich anklebenden Unreinigkeiten (Ageln), welche hauptsächlich von den Rindenresten herrühren, vollends entfernt. Beide Processe sind rein mechanischer Natur, und bezwecken lediglich Ablösung und Reinigung der Faser. Je schonender man dabei verfährt, eine desto grössere Menge von Faserbündeln und Fasern wird erhalten; je weniger Sorgfalt angewendet wird, desto mehr

Fasern werden verworren, verschlungen, zerrissen, zerquetscht und fallen als Werg (Heede) weg. Letzteres besteht zum grössten Theile aus verworrenen, gezerrten, gespaltenen oder wie immer mechanisch entstellten Fasern und Faserbündeln. Sind die Leinstengel allzustark gedörrt, so ist auch die Menge der Fasern, welche ins Werg fallen grösser, weil die Fasern durch den Einfluss der Hitze spröde werden, leichter brechen, sich spalten und verwirren. Die verschiedenen Vorrichtungen, deren man sich zum Brechen bedient (Handbreche, Botthammer, Brechmaschine etc.), bringen keine weitere Verschiedenheit hervor, als dass im Verhältniss zur Vollkommenheit des Werkzeuges und der Geschicklichkeit seiner Handhabung eine geringere oder grössere Fasermenge verdorben wird und ins Werg fällt. Auch das Schwingen, Bürsten und Ribben des Flachses übt trotz der verschiedenen Behandlung keinerlei Einfluss auf die Structur der gewonnenen Fasern aus.

Der durch Brechen und Schwingen gewonnene Flachs besteht aus Faserbündeln, denen an der Oberfläche häufig halbfreie Fasern anhängen. Die Faserbündel erreichen im vollkommensten Zustande die Länge des Stengels. Ihre Festigkeit und Haltbarkeit wird durch den Ansatz neuer Fasern, in verschiedener Höhe und durch innige Verbindung der Fasern mit ihren Wänden erreicht. Durch Vorrichtungen, welche, wie die Brechmaschine, die Faserbündel leichter spalten, gewinnt der Flachs an Feinheit. Das nachfolgende Hecheln vollendet das Spalten, Verfeinern und Reinigen der Faserbündel, so wie die Entfernung der verworrenen, unbrauchbaren Bündel. Die beim Hecheln abfallenden Fasern zeigen auch grösstentheils die Spuren der mechanischen Einwirkung, sie sind gespalten, abgeplattet, rissig oder faltig. Die Fasern, die durch Brechen, Schwingen und Hecheln eine mechanische Verletzung erleiden, stellen sich gewöhnlich wie Fig. XXXII dar. Man bemerkt stellenweise Auftreibungen und Querfalten *a*, *a*, *a*, *a*, ebenso stellenweise Abplattungen *b*, *b*, welche durch stärkeren Druck entstanden sind; bei noch heftigerer Einwirkung zeigen sich Risse und Fransen.

Überblickt man eine Anzahl von Faserbündeln und Fasern des gehechelten und zum Verspinnen fertigen Flachses, so lassen sich alle Formen, welche in Fig. XXVII und XXVIII dargestellt sind, so wie noch verschiedene Mittel- und Ergänzungsformen auffinden. In Fig. XXVII, fig. 1, 2, sind ganz reine und glänzende Faserbündel zu sehen, fig. 3—5 unreine, durch Reste der Rinde und des Cambiums an der Oberfläche verunreinigte. In fig. 3 sind die anklebenden Schmutztheilchen gebräunt, in fig. 4, 5 bemerkt man bei *a*, *a*, in den schmutzig grünen Theilchen unverkennbare Reste des Chlorophylls und kann auch den allmählichen Übergang desselben in die verschiedenen Abstufungen des Braun verfolgen. Solche verunreinigte Fasern, wie fig. 3, sind desto häufiger zu treffen, je nachlässiger der Flachs behandelt wurde; oft bemerkt man im gehechelten und versponnenen Flachse sogar noch ansehnliche Rindenstücke, wie wir selbe in Fig. XXV, bei *A*, gesehen haben. Holzstücke bleiben an den Faserbündeln nur bei sehr roher Zubereitung zurück und lassen sich desto schwerer entfernen, je unvollkommener die Röste war. Sie sind mit blossem Auge deutlich zu erkennen.

In Fig. XXVIII übersieht man die Hauptformen der Faser, welche sich im Flachse in allen Stadien seiner Behandlung vorfinden, aber im gehechelten Zustande am leichtesten zu beobachten sind. fig. 5—8, sind die häufigsten und vollkommensten Fasern eines guten Flachses. Die Einzelnheiten des Baues sind aus der früheren Beschreibung bekannt. fig. 1, eine knotige, mit weiter Höhlung versehene Faser, sie nimmt eine tiefere Entwickelungsstufe ein; fig. 2, eine Faser mit scharf abgesetzter innerster Schichte, ebenfalls wegen der noch ziemlich weiten Höhlung und des körnigen Inhaltes, eine tiefere Entwickelungsstufe bezeichnend; fig. 3, eine gewöhnliche, häufig vorkommende Faser mit enger Höhlung, der Ausbildung nahe; fig. 4, eine sehr auffallende, bemerkenswerthe Form, welche auf einer der ersten Entwickelungsstufen, wo die Zellwand sich kaum zu verdicken beginnt, zurückblieb und im trockenen Zustande bandartig und gedreht ist. Solche Fasern kommen selten vor; fig. 5, 6, ausgebildete Fasern mit einer geringen Andeutung der Höhlung; fig. 7, 8, ganz vollkommene Fasern; fig. 9, eine durch scharfe Absetzung der inneren Schichtenlage und zugleich vollständige Verschliessung der Höhlung ausgezeichnete

Faser. Kommt selten vor. fig. 10, eine unregelmässig angeschwollene, in einem ungleich weiten Interzellulargange entstandene Faser. Kommt sparsamer vor.

Die Faser des gehechelten Flachses besteht, wie zu erwarten steht, aus reiner Cellulose, da nur mechanische Einwirkungen bei der Bearbeitung stattgefunden haben. In Fig. XXIX ist eine mit Jod und Schwefelsäure behandelte, die Zusammensetzung aus Cellulose zeigende Faser. Das rosenkranzförmige, knotige Aussehen derselben und die besondere Gestalt der Knoten sind weder charakteristisch, noch beständig. Doch gestaltet sich die Faser bei plötzlicher Einwirkung der Säure öfters so. Jedenfalls aber ist es bemerkenswerth, dass die Länge der Knoten ziemlich genau der Länge der Rindenzellen entspricht, zwischen denen die Bastzellen entstanden sind. Man bemerkt im Innern den Primordial- oder Zellschlauch *p*, *p*. Nach unten, wo sich die Wand durch stärkere Säureeinwirkung aufgelöst, ragt der Zellschlauch hervor. Derselbe hat den Durchmesser der Höhlung, sein Inhalt färbt sich durch Jod gelbbraun, an der Stelle, wo kein Inhalt vorhanden ist, wie bei *p'*, erkennt man die Membran desselben, welche anfangs mit dem schleimigen Inhalte verschmolzen ist und erst später sich völlig differenzirt, meist aber diese Differenzirung nicht erreicht. Der Zellschlauch entsteht hier, insbesondere beim Austrocknen der Bastfaser, durch Verdichtung des bildungsfähigen, schleimigen Inhaltes der Zelle in Form einer Membran, welche sich an die Wand der Faser legt, durch Einwirkung von Jodtinctur sich aber ablöst und deutlich hervortritt[1]).

III. Veränderungen der Flachsfaser beim Spinnen, Zwirnen, Weben und Bleichen.

Beim Spinnen werden die Faserbündel und die freien Fasern des Flachses umeinander gewunden und zu einem Faden vereinigt. Nach Verschiedenheit der Dicke des Fadens ist auch die Anzahl der Faserbündel sehr verschieden. Selbst die dünnsten und zartesten Fäden, welche man spinnt, müssen aus Faserbündeln bestehen, um Haltbarkeit zu haben. Einzelne Fasern können zu keinem Faden vereinigt werden. Bei hochfeinen und mittelfeinen Garnen bilden in der Regel 1—3 Faserbündel den Faden. Den haltbarsten, gleichförmigsten und reinsten Faden gibt ein einziges Faserbündel. Die feinsten Fäden, welche man überhaupt zu spinnen im Stande wäre, müssten aus 2—3 Bastfasern bestehen. Bis jetzt hat man es zu einer solchen Feinheit des Fadens nicht gebracht, wird es auch nie dazu bringen, da der Bau der Faserbündel es nicht verstattet. Die Fäden der feinsten Gespinnste, seien es Hand- oder Maschinengespinnste, bestehen wenigstens aus mehreren Fasern.

Durch das Umschlingen und Verschlingen der Faserbündel und Fasern wird die Vereinigung derselben bewirkt und durch Drehung dem Faden die nöthige Festigkeit ertheilt. Die Fasern werden durch die Drehung nur unbedeutend, die meisten gar nicht verändert. Hier und da wird eine geringe Windung der Schichten verursacht, insbesondere an den Fasern, welche nach aussen liegen. Bei der Maschinenspinnerei, wo die Fasern vor dem Spinnen durch Streckwalzen laufen, werden sie auch wohl gequetscht, doch ohne auffallende Spuren davon zu tragen.

Beim Haspeln und Reinigen des Garnes, als Vorarbeit des Webens, bleibt die Faser unverändert. Doch muss Letzteres mit Vorsicht geschehen, um nicht etwa durch scharfe und heisse Lauge der Faser zu schaden. Ebenso erleidet die Faser beim Weben, zufällige Zerrungen einzelner Stellen abgerechnet, keine Veränderung.

---

[1]) Das Vorhandensein des Zellschlauches auf dieser und den übrigen Entwickelungsstufen spricht für seine Unbedeutenheit als selbstständiges Gebilde. Denn da der Zellschlauch sich auf den verschiedenen Entwickelungsstufen zeigt, wo er nach Verschiedenheit der Höhlungsweite sich ebenfalls im verschiedenen Durchmesser erzeugt, sich generationsweise immer wieder bildet und künstlich hervorgerufen werden kann, bis ihm die verschwindende Höhlung der Faser den Raum zu seiner Erzeugung benimmt, da er gerade in faulenden und zerfallenden Zellen am häufigsten erscheint: so kann er auch kein Gebilde sein, das im fertigen Zustande noch eine wesentliche Bedeutung für das Leben der Mutterzelle hätte. Ich werde an einem andern Orte weitläufiger auf den Gegenstand eingehen. Neuerlichst hat Braun in den „Betrachtungen über die Verjüngung der Pflanze'', in tiefer und geistreicher Weise den Gegenstand behandelt.

Auch die Bleiche verändert die Faser nicht, es mag die Rasen- oder Chlorbleiche angewandt werden. Die Chlor- oder chemische Bleiche kann auch keineswegs wegen einer etwaigen chemischen Umwandlung der Fasersubstanz den Namen führen. In jeder chemisch gebleichten Faser lässt sich die Zusammensetzung aus Cellulose nachweisen, wenn auch durch Infiltration die Fasersubstanz allerdings eine fremde Beimischung erhält. Diese wirkt aber nicht umbildend auf die Materie der Faser. Das Weisswerden der Faser bei der Bleiche wird verursacht: 1. Durch Entfärbung der den Fasern, trotz der vorangegangenen Reinigung, noch anklebenden Reste der Rinde und des Cambiums, so wie durch theilweise Loslösung und Absonderung dieser Reste. 2. Durch Entfärbung des Inhaltes, welcher die Höhlung der Faser ausfüllt. 3. Durch Mattwerden der glänzenden Oberfläche in Folge der langsam einwirkenden Gährung. 4. Durch Trübung und Auflockerung der Faser in ihrem Innern in Folge eben dieser Einwirkung. Vermöge solcher Eigenschaften reflectirt die Faser das Licht im stärkeren Grade und erscheint dadurch weisser. Am besten zeigt sich diese Eigenschaft der gebleichten Faser unter dem Mikroskope, wenn man sie mit der rohen Faser vergleicht. Die rohe Faser ist durchscheinend, die gebleichte in einem viel geringeren Grade. Übrigens verhält sich die Flachsfaser bei der Bleiche ganz so wie die Baumwollfaser, worüber unten Näheres angegeben ist.

Durch anhaltende Einwirkung der Bleichflüssigkeit und durch die Gährung werden die noch zusammenhängenden und verklebten Bündel der Fasern aufgelockert und das Gewebe gleichförmiger. Die anklebenden Unreinigkeiten der Faser, nämlich Körnchen des Zellinhaltes, zersetztes Chlorophyll, Membranenreste, werden grösstentheils entfernt und um so sicherer, je anhaltender und stärker die Einwirkung ist. Bleiben auch zuletzt solche Überreste an der Faser zurück, so sind sie völlig entfärbt. Doch gewinnt die Leinwand an Reinheit, wenn auch diese farblosen Reste durch fortgesetzte Bleiche entfernt werden. Eine gute Bleiche soll daher die Leinwand nicht nur vollkommen weiss, sondern auch rein machen, und die Überreste der umgebenden Zellschichten des Bastes von der Faser vollständig entfernen. Man kann sich zur Beurtheilung der Bleiche, nächst den sonstigen Merkmalen, des Mikroskopes mit vielem Vortheile bedienen. Man erfährt dadurch am besten, welchen Grad der Reinheit die Fasern und Fäden erlangt haben.

Bei der Appretur der Linnenzeuge werden die Fasern untereinander verklebt, ohne Veränderungen zu erleiden. Durch das Waschen wird die Appretur allmählich entfernt und die Fasern wieder aufgelockert.

Entsprechend den geringen Veränderungen, welchen die Faser beim Spinnen, Weben und Bleichen ausgesetzt ist, stellt sich das Gewebe der gebleichten Leinwand im Wesentlichen wenig verschieden dar vom präparirten Flachse. In Fig. XXX ist ein Theil eines Fadens aus guter, mittelfeiner, gebleichter Leinwand zu sehen. Die Fasern sind unbedeutend gewunden, sonst zeigen sie den bekannten Bau. Die Unreinigkeiten der Oberfläche sind entfernt. Hier und da bemerkt man in der Leinwand auch Fasern, wie Fig. XXXI, an denen noch geringe Unreinigkeiten zurückgeblieben sind, die aber völlig entfärbt die Weisse der Leinwand nicht zu beeinträchtigen im Stande sind. In gröberen, wenn auch ziemlich weissen Leinwanden, findet man an den Faserbündeln noch ganze Zellreihen und grössere Gewebsstücke der Rinde und des Cambiums vor, vom Ansehen wie Fig. XXV, *A*. Die Hauptursache, warum grobe Leinwanden schwerer zu bleichen sind und nicht jenen Grad von Weisse erlangen, liegt in der Dicke der Fäden und Faserbündel, zwischen denen sich die Überreste der Rinde und des Cambiums leichter und häufiger erhalten, daher die Leinwand auch ein grauliches Ansehen beibehält. Oft findet man in Leinwanden alle Gestalten der Faser untermischt, welche früher beschrieben und in Fig. XXVIII abgebildet wurden. Je geringer die Flachssorte ist, aus der die Leinwand bereitet wurde, desto häufiger trifft man halbentwickelte und unregelmässige Fasern. Ebenso findet man in der Leinwand stellenweise Fasern, welche beim Brechen und Hecheln gezerrt und gequetscht wurden. Solche Fasern sind in schlechten Leinwanden, die aus wergigem Flachse verfertigt werden, häufiger. Sie stellen sich wie Fig. XXXII dar. Durch den Druck haben sie hier und da Querfalten und Risse erhalten. Die Falten erscheinen wie bei *a*, *a*, *a*, *a*, stehen

gewöhnlich dicht und geben der Oberfläche der Faser ein gekerbtes Ansehen. Durch starken Druck erscheint die Faser bauchig und die Höhlung erweitert, so bei *b*, *b*.

Die chemische Zusammensetzung der Faser bleibt unverändert. In Fig. XXXIII ist eine gebleichte Leinwandfaser zu sehen, welche mit Jod und Schwefelsäure behandelt wurde, und wo sich, durch anfängliche stärkere Einwirkung der Säure, die zwei äussersten Schichten blasig erhoben haben, die inneren Schichten aber frei von der Einwirkung geblieben sind.

Beim Färben der Linnen, dasselbe mag mit oder ohne Beizmittel geschehen, sammelt sich der Farbstoff zuerst in der Höhlung der Faser, wenn eine solche vorhanden ist und hierauf in den Schichten der Wand an, wodurch die Färbung an Haltbarkeit gewinnt. Wenn die Höhlung enge ist, so erscheint sie meist tiefer gefärbt, wie ein dunkler Streif.

Beim Zwirnen werden die Fasern des Garnes, eine im Ganzen unbedeutende Drehung abgerechnet, ebenso wenig verändert, wie beim Weben. In Fig. XXXIV sind Stückchen eines halbgebleichten, schwarzgefärbten Zwirnes zu sehen. Man bemerkt eine schwache Drehung, welche die Fasern erlitten, sonst aber ihren Normalbau. In fig. 1 sind an der Oberfläche derselben noch Überreste der Rinde und des Cambiums zu sehen, selbst Membranenstücke, welche durch die Bearbeitung nicht entfernt wurden. Auch diese werden vom Farbstoffe durchdrungen, obwohl ihre natürliche bräunliche Färbung bisweilen noch hervorsticht. Man kann solche Überreste besonders an halbgebleichten, groben Zwirnen deutlich sehen, sie geben denselben das schmutzige, gelbliche Aussehen.

IV. Veränderungen der Flachsfaser bei der Papierbereitung.

Die Veränderungen, welche die Flachsfaser bei der Verarbeitung zu Papier erleidet, sind bloss mechanische, die Substanz der Faser bleibt unverändert und nimmt nur durch Infiltration fremdartige Stoffe auf. Man kann den Inbegriff aller Veränderungen wie folgt bezeichnen: Die Flachsfasern werden bei der Papierbereitung zerstückt, zerfasert, zermalmt, und in eine zartfädige und flockige, mittelst Flüssigkeit sich verfilzende und in Blätter und Platten leicht zu formende Masse verwandelt, welche Blätter das Papier bilden. Hiermit ist zugleich das Wesen der Papierbereitung vom anatomischen Standpunkte ausgesprochen.

Die Papierfabrication hat in den letzten Jahren so ausserordentliche Fortschritte gemacht, und wird rücksichtlich der Maschinenverwendung so verschiedenartig betrieben, dass ich um Weitläufigkeiten zu vermeiden, die einfache, ältere Bereitungsweise zur Betrachtung wähle, da dieselbe ohnehin den neueren Methoden zur wesentlichen Grundlage dient. Die zwei Hauptarten der Papierbereitung sind bekanntlich jene mit und ohne Chlorbleiche. Bei den Bereitungsweisen ohne Chlorbleiche, dem sogenannten alten System, worunter die holländische als die vorzüglichste anerkannt ist, werden die zur Papierbereitung bestimmten Lumpen zuerst sortirt, gewaschen und geschnitten. Der Bau und die Zusammensetzung der Fasern in den Lumpen ist wie in neuen Geweben, nur sind die Fasern durch den Gebrauch abgenützt und durch die verschiedenen Einwirkungen, worunter das öftere Waschen die hauptsächlichste ist, mürbe geworden, so dass sie sich leichter zerreissen, zerfasern und zermalmen lassen, als es im rohen Zustande möglich wäre. Beim Schneiden der Lumpen wird ein geringer Theil der Fasern zerstückt, wohl auch gespalten. Werden die Lumpen der Gährung überlassen, bevor man zur Zermalmung derselben schreitet, so wird die Faser mürbe, indem ihre Schichten bei Einwirkung des Wassers sich auflockern, theilweise selbst die Cellulose derselben angegriffen und zerstört wird. Je mehr die Fasern Höhlungen behalten haben, in welchen proteinhaltige Inhaltsreste zurückgeblieben sind, desto leichter erfolgt die Gährung und Zersetzung. Das Protein dient hier als Ferment. Die Folge davon ist, dass sich die der Gährung unterworfenen Fasern leichter spalten und zermalmen lassen, und dem Papiere eine grössere Gleichförmigkeit und Weiche verleihen. Wird dagegen die Gährung nicht eingeleitet, so behält die Faser auch einen

bedeutenderen Grad von Festigkeit und gibt, bei sonst gleicher Behandlung, ein härteres und steiferes Papier.

Bei der Behandlung in der Cylindermühle (oder der einst angewendeten Hammermühle) wird die Faser in Stückchen zertheilt, gespalten, zerfranst und zermalmt. Die Fasern erhalten dabei das Ansehen, wie in den meisten Figuren auf Taf. LIII, LIV. Die Bastfasern zerfallen in kleine Stücke, und diese werden wieder auf die mannigfaltigste Art durch Druck gespalten, gefranst, und in sehr feine, unter dem Mikroskope fadig aussehende Stückchen zertheilt. Der Ausfaserungscylinder verrichtet das Zerschneiden, der Feinerungs- oder Raffinircylinder das Zerfransen und Zermalmen der Faser in sehr kleine, feine, haarförmige Theile. Es bleiben dabei immer zahlreiche Faserstücke unversehrt, oder werden nur wenig gespalten und gefranst, so dass sie, wie rohe und verarbeitete Fasern, die Schichtung der Wand und die Höhlung erkennen lassen. Viele unzermalmte Faserstücke werden plattgedrückt und rissig. Die Leichtigkeit der Zerfaserung hängt von der Schichtung der Bastzelle ab. Man kann sich davon überzeugen, wenn gemischte Linnenzeuge zur Papierbereitung verwendet werden. Die zwischen den Leinfasern vorkommenden Baumwollhaare besitzen eine viel dichtere und innigere Schichtung als die Flachsfaser, sie werden daher viel schwieriger zertheilt, verkleinert und zermalmt. Je kürzere Zeit und je weniger Sorgfalt auf die Zermalmung der Faser verwendet wird, desto geringer ist die Qualität des Papieres.

Die zermalmten Fasern bilden mit Wasser eine breiartige Masse, den Teig. Beim Abflusse des Wassers legen sich die Faserstücke aneinander und verfilzen sich um desto leichter, je mehr sie zerspalten und zerfranst sind. Auf dieser Eigenschaft beruht das Schöpfen oder Formen des Teiges zu Platten, Blättern. Die Qualität des Teiges lässt sich aus dem äusseren Ansehen durch Übung wohl gut bestimmen, indess ist nicht zu zweifeln, dass man durch mikroskopische Untersuchung hierin eine noch grössere Sicherheit erzielen könnte.

Die Anlagerung der Faserstückchen beim Schöpfen richtet sich nach der Form, und da diese Unebenheiten darbietet, so entsteht das Korn des Papieres. Das Korn wird durch eine ungleiche Vertheilung der Faserstücke hervorgebracht. Durch den Austausch oder die Wechslung werden diese Unebenheiten gemildert und das Gewebe ausgeglichen. In eben dem Masse, als das Wasser dabei abfliesst, adhäriren und verfilzen sich die Faserstücke (Filzen des Papieres), die Masse des Papieres fällt zusammen, wird pappartig. Beim Trocknen des Papieres, so wie beim trockenen Austausche, verändert sich das Gewebe nicht weiter, ausgenommen, dass es dichter und fester und die Oberfläche ebener und glatter wird. Das Leimen des Papieres besteht in der Vereinigung der Faserstücke durch ein Bindungsmittel, und ist der Appretur der Linnenzeuge gewissermassen zu vergleichen.

Bei Anwendung des neueren Systemes, bei Erzeugung der chlorgebleichten Papiere ist das Streben ebenfalls auf eine entsprechende Zermalmung der Faser und Gewinnung eines ebenen, glatten, dabei aber möglichst weissen und nach Erforderniss dünnen und zarten Blattes gerichtet. Daher die Faser vor oder nach der Zermalmung durch Chlorkalk oder andere Präparate gebleicht wird. Bei der Behandlung mit Zerfaserungs-, Raffinircylindern etc. ergeben sich dieselben Veränderungen wie oben, ebenso beim Schöpfen. Bei der nachfolgenden starken Presse und dem fortgesetzten Austausche, insbesondere wenn derselbe vor dem völligen Trocknen oft vorgenommen wird, werden die Faserstücke des Gewebes ausgeglichen, besser vertheilt und ein gleichförmiges Blatt erzielt.

Die chemische Beschaffenheit der Faser bleibt bei allen Processen der Papierbereitung unverändert. Die Cellulose lässt sich in allen Sorten des Papieres ebenso deutlich nachweisen, wie an den Fasern des Stengels. Der Ausspruch Mitscherlich's[1]), dass nur das mit reinem Wasser dargestellte Papier reine Cellulose sei, ist begründet, insofern sich hier die Cellulose gleich bei der ersten Reaction in voller Reinheit darstellen lässt. Bei allem Papier mit Chlorbleiche tritt aber der Umstand hinzu, dass die Faser durch die Chlorverbindungen sowohl äusserlich verunreinigt ist, als auch innerlich eine bedeutende Infiltration

[1]) Monatsberichte der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. März 1850.

erlitten hat, welche mitunter so stark ist, dass selbst die Reaction auf Cellulose, ohne weitere Vorbereitung vollständig paralysirt werden kann, wie es namentlich bei geringen Sorten der dünnblättrigen Maschinenpapiere der Fall ist[1]). Legt man Streifen eines, mit starker Chlorbleiche verfertigten Papieres ins Wasser, und knetet sie eine Weile darin, so kann man sogleich den unangenehmen, merklich chlorigen Geschmack desselben wahrnehmen. Prüft man das Papier ohne Vorbereitung auf Cellulose, so erhält man statt der blauen, oft eine dunkelbraune oder schwärzliche Färbung. Diese lässt sich ohne Schwierigkeit, bis auf einen geringen Rest wegwaschen. Da die Chlorverbindungen dadurch entfernt werden, so tritt die blaue Farbe immer deutlicher hervor. Durch nochmalige oder mehrmals wiederholte Reaction und Auswaschen des Papieres im Wasser färbt sich das Papier nach Entfernung aller Chlorreste vollkommen blau. Aber selbst blau gefärbte Stellen, wo die Cellulose rein zu Tage gekommen ist, werden, wenn sie zwischen chlorhaltigen Papierstücken im Wasser liegen, schon nach wenigen Minuten durch erneuerte Chlorinfiltration verändert und nehmen eine schmutzig grüne Farbe an.

Die Chlorbleiche verringert bekanntlich die Festigkeit und Haltbarkeit der Faser und des daraus bereiteten Papieres, so dass es leichter mürbe wird und zerfällt, als das mit reinem Wasser dargestellte Papier. Eine auffallende Wirkung übt auch die Salzsäure auf die Fasern aus, wenn sie darin gekocht werden. Meyen und Mitscherlich fanden[2]), dass Fasern in kochender Salzsäure mehr oder minder plötzlich in kleine, glänzende Theilchen zerfielen, welche sich in der Flüssigkeit bald zu Boden setzten. „Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass diese Theilchen ziemlich von gleicher Länge waren, und durch sehr regelmässiges Zerfallen der Flachsfasern gebildet, so dass jedes Theilchen in einem kleinen Ende der cylindrischen oder prismatischen Röhre der Flachsfaser bestand. Zuweilen waren einzelne Stücke bedeutend länger, dann aber konnte man mehr oder weniger deutlich sehen, dass auch diese noch aus mehreren kleinen zusammengesetzt waren, welche den vorigen in der Länge glichen; zuweilen waren aber auch die einzelnen Schichten der dicken Membran, woraus die Flachsfaser zusammengesetzt ist, durch den Einfluss der kochenden Säure von einander getrennt." Durch anhaltendes Kochen im Wasser bewirkten Meyen und Mitscherlich ebenfalls ein Zerfallen der Faser, doch ist es lange nicht so vollkommen, und lässt sich mit der regelmässigen Zertheilung der Fasern durch die kochende Salzsäure nicht vergleichen.

Die verschiedenen Papiersorten haben eine grosse Übereinstimmung im Baue, obgleich sich ihre Feinheit durch den verschiedenen Grad der Zerfransung und Zermalmung der Fasern ziemlich leicht erkennen lässt. Es folgt hier eine Analyse der gewöhnlichen Papiere. Die Faser stellt sich, obgleich sie farblos ist, unter dem Mikroskope, ebenso wie die rohe Faser, mit einem sehr zarten gelblichen Anfluge dar.

Druckpapier. In Fig. XXXV, das Gewebe eines gröberen, ungeleimten Papieres ohne Chlorbleiche. Es besteht grösstentheils aus ziemlich erhaltenen, nur an den Schnittenden und an einzelnen Punkten der Oberfläche stark gefransten und gespaltenen Faserstücken. Die Schichtung der Wand und die Höhlung der Faser lässt sich an vielen Stücken noch deutlich erkennen. Fig. XXXVI, ein mit Jod und Schwefelsäure behandeltes Faserstück, welches die Zusammensetzung aus Cellulose zeigt.

Schreibpapier. In Fig. XXXVII, Gewebe eines gewöhnlichen, mittelfeinen Schreibpapieres, ohne Chlorbleiche. Es enthält noch ziemlich viele Faserstücke, die eine unbedeutende Zerfransung erlitten und die Schichtung und Höhlung erkennen lassen, der grössere Theil ist aber stark zerfasert, zermalmt und in eine verfilzte, fädige Masse verwandelt. Bei *b*, *b*, sind einzelne, bei der Zerfaserung entstandene, längere Fäserchen. In Fig. XXXIX, Gewebe eines Papieres mit Chlorbleiche. Es stimmt mit dem vorigen überein. Man sieht an den oberen Fasern die Leichtigkeit, mit welcher die Spaltung erfolgt, besonders deutlich

---

[1]) Die Erscheinung hat Ähnlichkeit mit jener bei vielen dickwandigen, geschichteten Pflanzenmembranen, wo in der äusseren Schichte die Reaction auf Cellulose ebenfalls wegen Infiltration fremder Stoffe verhindert wird, wo aber die Cellulose nichts desto weniger der constituirende Bestandtheil ist. Vergl. Mohl in der Botan. Zeit. 1847, Sp. 497.

[2]) Wiegm. Archiv für Naturgesch. 1838, I, p. 297.

ausgesprochen. In Fig. XL, Gewebe eines feinen, geglätteten englischen Briefpapieres. Die Mehrzahl der Faserstückchen zeigt sich wie fig. 1, 2; besonders solche, die wie fig. 2 plattgedrückt sind, finden sich häufig. Viele Faserstücke sind auch so vollkommen zermalmt, wie fig. 3. Mitunter finden sich welche, von der Länge fig. 4, welche aber, wenn ungefranst, doch stark gequetscht und rissig sind, so dass die etwa vorhandene Höhlung, wie an der Faser zur Rechten, nur undeutlich ist.

Zeichenpapier. In Fig. XLI, Gewebe eines englischen, feinen Velinpapieres. Die Fasern zeigen den höchsten Grad der Zermalmung, daher das Gewebe auch sehr dicht und gleichförmig ist. Mitunter, aber sparsamer, bemerkt man auch längere Faserstückchen, wie bei *a*, wo eine Faser sich zeigt, deren Höhlung durch die ungleichmässige Ausbildung der secundären Ablagerung stellenweise unterbrochen ist. In Fig. XLIV ist ein Faserstückchen dieses Papieres, nach der Einwirkung von Jod und Schwefelsäure, welches das Bestehen aus Cellulose zeigt.

Graues Fliesspapier. In Fig. XLV, das Gewebe eines groben, grauen Fliesspapieres. Enthält durchaus nur längere, wenig zerfranste und zermalmte Faserstücke, überdies häufig Schmutztheilchen und Baumwollfasern, *y*, oder Schafwollhaare, *h*, *h'*. Sie stammen von der Ungleichheit der Lumpen her, worunter sich häufig gemischte Linnenzeuge, Stücke von Tuch und andern Schafwollstoffen vorfinden. Die Baumwollfasern, *y*, erkennt man an der Windung und geringen Verdickung der Wand, die Schafwollhaare, die schon dem freien Auge auffallen, an der netzigen Oberfläche, der cylindrischen Form, dem hornartigen, matten Glanze und den bogigen Krümmungen.

Gefärbtes Papier. In Fig. XLII, Gewebe einer gröberen Sorte blauen Lackmuspapieres. Die Faserstücke sind ungleich vom Farbstoffe durchdrungen, ja man findet häufig auch ungefärbte darunter. Bei *a* ist ein gefranstes, ungefärbtes, bei *a' a'* vom Farbstoff durchdrungene Faserstücke zu sehen. An diesen bemerkt man deutlich, dass der Farbstoff in die Schichten selbst eingedrungen sei. In Fig. XLIII, Gewebe eines durch Säuren gerötheten Lackmuspapieres. Wie beim vorigen sieht man auch hier sehr intensiv gefärbte, blasse und farblose Faserstücke untermischt. Sie verursachen das ungleichmässige äussere Aussehen dieser Papiere. An den gerötheten Fasern bemerkt man häufig die dunklere Färbung der Höhlung, weil der Farbstoff in derselben sich leichter absetzt, da sie viel zugänglicher ist. Die vorhandenen Baumwollfasern, *y*, erkennt man an der Windung der dünnen Wand und an der weiten Höhlung.

Elektrisches und Glaspapier. In Fig. XXXVIII, Gewebe eines durch Behandlung mit einem Gemische von 2 Theilen Schwefel- und 1 Theil Salpetersäure explodirend und elektrisch gemachten Briefpapieres. Durch die auflösende Wirkung der Schwefelsäure, welche aber durch die zugesetzte Salpetersäure vermindert wird, ist ein grosser Theil des Fasergewebes in eine homogene, etwas durchscheinende Masse verwandelt, was nach oben zu an vorstehender Figur bemerkbar wird. Einzelne Faserstücke, die an der Verschmelzung nicht völlig theilgenommen, sind noch erkennbar, z. B. bei *a*. Hier und da bemerkt man Löcher, *x*, welche durch die Einwirkung auf die dünnsten Stellen des Papieres hervorgerufen wurden. Bei dem explodirenden Böttger'schen Glaspapiere wird durch die vollkommene Umwandlung des Fasergewebes in eine homogene, structurlose Masse die Durchsichtigkeit erzielt.

V. Über die Güte der Flachsfaser und ihre Abhängigkeit von der Cultur und Bearbeitung des Leines.

Ein guter Flachs soll fein, weich, geschmeidig, glänzend, glatt, langfasrig und von weissgelblicher oder graugelblicher Farbe sein. Diese Eigenschaften einer guten Flachsfaser sind in ihrem Baue begründet, werden aber von der Sorte und Cultur des Leines, so wie der Gewinnungsart der Faser bedingt. Es sollen zunächst die anatomischen Eigenschaften einer guten Faser, dann das Verfahren, welches man bei der Cultur einzuschlagen hat, um eine solche zu erzielen, und zuletzt die geeignetsten Methoden, aus dem guten Fasergewebe auch einen guten Flachs zu bereiten, in Betracht gezogen werden.

Die anatomischen Eigenschaften einer guten Faser sind: 1. Bedeutende Länge; 2. Geringer Durchmesser; 3. Glatte, ebene Oberfläche; 4. Gleichmässige, nur nach den Enden allmählich abnehmende Dicke; 5. Vollständige Ausfüllung der Höhlung durch die secundären Schichten; 6. Reichthum und Zartheit der Verdickungsschichten; 7. Glanz; 8. Hinreichendes Bindemittel zur gegenseitigen Vereinigung der Fasern.

Ad 1. Eine entsprechende, grössere Länge der Faser ist eine vorzügliche Eigenschaft und bewirkt, dass sich mehrere Fasern viel leichter und inniger zu einem Bündel zu vereinigen im Stande sind, als es sonst der Fall wäre. Die Faserbündel, welche durch die Vereinigung und den Anschluss neuer Fasern nach oben und unten erzeugt werden, erhalten eine grössere Länge, Festigkeit und Haltbarkeit, weil die Fasern auf grössere Strecken unter einander vereinigt sind. Es können sich allerdings auch aus kurzen Fasern lange Faserbündel bilden, und man trifft sie häufig an, aber sie haben auch eine geringere Haltbarkeit und Festigkeit, so dass schon leichte Zerrung die Loslösung der Fasern und die Zerreissung des Bündels bewirken kann. Der Übelstand, der aus einem Flachse mit kurzen Fasern für den Spinner erwächst, ist nicht zu übersehen. Die Faserbündel reissen leichter beim Verspinnen, und wegen der Kürze der einzelnen Fasern, deren sich der Spinner zum Umschlingen bedient, geht seine Arbeit mühsamer und unvollkommener von Statten. Kürzere Fasern veranlassen eine schnellere Abnützung aller Linnenstoffe, indem bei der geringen Innigkeit, mit welcher die Fasern unter einander verschlungen sind, ein Zerreissen schneller und leichter herbeigeführt wird.

Ad 2. Dünne Fasern gehören zu den Haupterfordernissen eines guten Flachses. Sie bewirken, dass die Bündel, welche aus ihnen zusammengesetzt sind, eine viel grössere Anzahl von Fasern fassen, als andere dickfasrige Bündel von gleichem Durchmesser. Auch halten die Fasern, weil sie zahlreicher sind, mehr zu einem Ganzen zusammen, und helfen die Zähigkeit der Faserbündel mit bedingen. Die Vorzüglichkeit zarter Fasern stellt sich bei der Bearbeitung des Flachses, insbesondere beim Hecheln, sehr deutlich heraus. Das Hecheln hat die Zertheilung und Ausgleichung der Faserbündel zum Zwecke, die gröberen Bündel werden dabei in feinere zerlegt. Nimmt man zwei Faserbündel von gleichem Durchmesser, einen dünnfasrigen und einen dickfasrigen, und zieht sie durch die Hechel, so wird ersterer viel leichter gespalten und in mehrere Bündel zerlegt werden können. Bei der Spaltung des dickfasrigen Bündels werden, da die Faseranzahl geringer ist, nicht mehr so viel Fasern auf die einzelnen Bündel entfallen, als nöthig sind, ein festes und haltbares Bündel zu bilden. Die Faserbündel fallen bei der Spaltung leicht in Stücke und werden wergig. Aus dieser Ursache darf man einen dickfasrigen Flachs nicht so fein hecheln, wie einen dünnfasrigen, wenn nicht ein übergrosser Theil ins Werg fallen soll. Dieser Übelstand wird noch ausserdem durch die Kürze der Fasern erhöht, welche in gleichem Grade mit der Dicke zunimmt.

Um einen sehr feinen Flachs zu erzielen, hat man in neuester Zeit das Verfahren gewählt, die Stengel zur Blüthezeit zu raufen. Um diese Zeit haben die Fasern ihre normale Dicke grösstentheils noch nicht erreicht, die Faserbündel sind daher zarter und dünner, als im ausgebildeten Zustande und lassen sich bei der Bearbeitung mehr verfeinern. Allein die Zähigkeit und Haltbarkeit gewinnt dabei nicht. Ein Faden, der aus solchem Flachse gesponnen ist, kann dieselbe oder noch grössere Haltbarkeit besitzen, als ein Faden aus vollkommen ausgebildetem Flachse, aber er erlangt diese Eigenschaft nur durch die ungleich grössere Anzahl von Fasern, woraus er zusammengesetzt ist. Er setzt aber auch eine grössere Quantität von Leinstengeln voraus.

Ad 3. Eine ebene Oberfläche der Faser trägt wesentlich zur Güte des Flachses bei, weil die Fasern sich gegenseitig leichter und inniger zu verbinden im Stande sind, als bei furchiger und grubiger Oberfläche. Die Oberfläche darf desshalb nicht entschieden kantig sein, was auch gemeiniglich nicht der Fall ist, aber dennoch keine solche Gestalt haben, wie die Fasern, welche z. B. unter Fig. XVII, abgebildet sind. Faserbündel, die aus so gestalteten Fasern bestehen, haben eine grössere Lockerheit, und fallen bei der

Bearbeitung leicht in ihre Theile und ins Werg. Zugleich besitzen solche Bündel eine rauhere Oberfläche, an der die Schmutztheile, welche aus der Röste zurückbleiben, leichter haften und schwieriger zu entfernen sind.

Ad 4. Die Eigenschaft einer guten Faser, von der Mitte, als ihrem dicksten Theile, sich allmählich zu verschmälern und feinhaarspitzig zuzulaufen, trägt zur Festigkeit und Haltbarkeit der Bündel bei, und ist die Hauptursache der gleichmässigen Dicke, wodurch sich gute Faserbündel auszeichnen. Vermöge der dünnen, gleichförmigen Endtheile vereinigen sich die Fasern innig unter einander, wo die tiefer stehenden auslaufen, legen sich unmerklich neue an. Solche Fasern, die wir früher Fig. XX, fig. 3 und XXVIII, fig. 10 gesehen haben, welche höckrig und bauchig sind und plötzlich in eine Haarspitze sich verschmälern, vermögen keine so enge Verbindung einzugehen, desswegen haben auch Bündel, in denen sie zahlreich vorkommen, eine geringe Festigkeit.

Ad 5. Die vollständige Ausfüllung der Höhlung durch die secundären Schichten, oder die Solidität der Faser, ist eine der wichtigsten Eigenschaften. Ihr verdankt die Faser vor Allem Festigkeit und Dauerhaftigkeit. Den soliden Fasern zunächst stehen jene, mit sehr enger Höhlung, die unter dem Mikroskope als zarter Streifen erscheint. In Fig. XXX, einer Probe aus mittelfeiner Leinwand, ist die Solidität der Faser durchweg zu bemerken, daher auch die Qualität der Leinwand eine vorzügliche. Die gehöhlten Fasern, welche nicht zur vollständigen Ausbildung gelangt sind, haben an und für sich weniger Festigkeit, nehmen aber auch Wasser und andere Flüssigkeiten leichter in die Höhlung auf und behalten es längere Zeit, so dass sie in Gespinnsten und Geweben bald mürbe werden, und die Abnützung des Stoffes herbeiführen.

Ad 6. Die Biegsamkeit und Geschmeidigkeit der Faser wird, nächst der eigenthümlichen Beschaffenheit ihrer Substanz, durch den Reichthum der secundären Verdickungsschichten bedingt. Lange und dünne Fasern besitzen eine grössere Anzahl von Schichten, diese sind zarter als bei groben Fasern, und verursachen daher eine grössere Biegsamkeit und Nachgiebigkeit.

Ad 7. Der Glanz der Faser wird von ihrer glatten Oberfläche und der eigenthümlichen, frisch halbdurchsichtigen Substanz bedingt, die sich gewissermassen im Ansehen einerseits dem Glase, anderseits dem Perlmutter nähert. Mit den übrigen guten Eigenschaften vereinigt sich meistentheils ein entsprechender Glanz. Dass derselbe in der angegebenen Beschaffenheit der Substanz seinen Grund habe, zeigt sich deutlich an der gebleichten Faser. Sie ist viel matter, weil die Oberfläche an Glätte verloren hat, und die Substanz getrübt ist. Die Faser verliert ihren Glanz theilweise oder ganz, durch allzu langes Verbleiben im lebenden Stengel, durch überlanges Rösten und starkes Dörren, dabei wird sie zugleich härter und spröder.

Ad 8. Die Fasern müssen ein hinreichendes Bindemittel besitzen, um mit einer gewissen Festigkeit sich in ihrer Verbindung erhalten zu können. Dieses Bindemittel ist die ursprünglich dextrinhältige Flüssigkeit des Interzellularganges, von der sich aber nur ein geringer Rest vertrocknet erhielt, der die Ablösung der Fasern bei angewandtem Drucke nicht verhindert. Die gummiartige Materie, von welcher in Büchern, die über den Lein handeln, gesprochen wird, und die rings um den Bast vorhanden sein soll, ist nichts als der flüssige Inhalt des Cambiums und der inneren Rinde.

Die Eigenschaften einer guten Faser sind so auffallend, dass man in allen Fällen mit Sicherheit eine geringe oder schlechte Flachssorte zu unterscheiden im Stande ist. Wo es sich um ein sehr genaues Urtheil handelt, kann man das Mikroskop zur Bestimmung der Probe mit Vortheil benützen. Aus den angegebenen mikroskopischen Merkmalen lässt sich unschwer die Qualität der Faserbündel und Fasern im rohen und verarbeiteten Flachse erkennen, und die innere Güte des Productes schätzen. Bis jetzt ist die mikroskopische Untersuchung auf diesem Felde noch gar nicht versucht worden. Sie wird sich aber praktisch erweisen, wesshalb ich zu ihrer leichteren Durchführung in einer am Schlusse beigefügten Tabelle die Merkmale der guten und schlechten Flachsfaser zusammengestellt habe.

Ein guter Flachs muss zunächst durch sorgfältige Cultur erzielt werden. Bei Bearbeitung des Faserngewebes hat man mehr passiv zu verfahren und seine guten Eigenschaften möglichst zu erhalten. Die

Bearbeitung kann dem Fasergewebe wohl bei grosser Vollkommenheit einen gesteigerten Werth geben, ohne jedoch die natürlichen Eigenschaften der Faser zu verbessern. Unter den Culturmethoden des Leines ist die belgische als die vorzüglichste anerkannt. Es soll in Kürze angegeben werden, warum die nach dieser Methode gezogenen und behandelten Leinpflanzen eine so vorzügliche Faser geben, und welche Culturmittel für die verschiedenen Eigenschaften von Einfluss sind.

Die Länge und Dicke der Faser ist von der Länge und Weite des Interzellularganges zunächst abhängig. Je schneller der Lein aufschiesst und je höher der Stengel wird, desto schneller bilden und verlängern sich auch die Interzellulargänge, umgekehrt desto kürzer und weiter werden sie. Es ist daher ein fruchtbarer, hinreichend feuchter Boden, gute Bearbeitung desselben und eine hoch- und schnellwüchsige Leinsorte erforderlich, um eine lange und dünne Faser zu erzielen. Je mehr die Leinsaat durch Lockerung und Düngung des Bodens, Jäten, Ländern u. dgl. begünstigt wird, eine desto grössere Vollkommenheit erreicht sie. Die Fasern erlangen bei dieser Behandlung eine bedeutende Länge, Zartheit, Gleichmässigkeit und Glätte. Die Solidität der Faser, die vorzüglichste Eigenschaft derselben, wird in einem fruchtbaren, gut bearbeiteten, hinreichend feuchten Boden für die Bastschichte des unteren und mittleren Stengeltheiles leicht erzielt. Bis zur Raufezeit des Leines ist der grösste Theil der Fasern in diesen Theilen solide geworden. Es wurde jedoch schon früher erwähnt, dass die Fasern im oberen Theile zur Raufezeit noch nicht vollständig verdickt und ausgebildet sind. Wenn sie nach dem Raufen bis zur völligen Abtrocknung noch einige Zeit nachreifen, so verdicken sich ihre Wände nicht unbedeutend, ohne dass dabei die Güte der Fasern im unteren Theile des Stengels leidet, und man erhält die grösstmögliche Menge an soliden Fasern. Je höher, schlanker und biegsamer die Leinstengel sind, desto grösser ist ihr Gehalt an soliden Fasern. Bei kurzen, dicken Stengeln ist oft nur die Hälfte oder ein Drittheil der Fasern solide. Der Reichthum und die Zartheit der Verdickungsschichten ist vorzüglich bei üppiger, schnellwüchsiger Saat zu finden und abhängig von der Lockerung, Düngung und Reinhaltung des Bodens. Auf trockenen, unfruchtbaren Gründen findet man deutlicher ausgesprochene, aber auch dickere Schichten, welche eine steifere Faser erzeugen.

Unter den Gewinnungsmethoden des Flachses sind jene die vorzüglichsten, welche, mit möglichster Erhaltung der guten Eigenschaften, die grösste Menge an schönem Flachse erzielen. Über diese Methoden, so wie die Veränderungen der Faser bei der Bearbeitung, und über die Sorgfalt die dabei anzuwenden ist, wurde früher gesprochen. Hier bleiben noch einige Röstmethoden und ihr Einfluss auf die Güte der Faser zu erwähnen.

Ohne Zweifel liefert die Dampfröste und die auf das Gleiche hinauslaufende, warme Wasserröste die grösste Quantität und die vorzüglichste Qualität des Flachses. Dies ist anerkannt. Die Ursache lässt sich unschwer aus den Veränderungen nachweisen, welche im Gewebe des Stengels bei dieser Röstmethode eintreten. Während die übrigen Röstmethoden wohl eine Lockerung und leichte Abtrennbarkeit der Bastschichte von der überliegenden Schichte der Rinde und der unterliegenden des Cambiums nach sich ziehen, so tritt diese Lockerung bei der Dampfröste doch ungleich vollkommener ein. Die Bastschichte löst sich bei der Bearbeitung des dampfgerösteten Leines in vorzüglicher Reinheit von den anliegenden Schichten, oder die darauf klebenden Reste derselben lassen sich doch viel leichter und vollständiger entfernen, als bei andern Röstmethoden. Die Faserbündel des gewonnenen Flachses sind daher viel glatter, glänzender und weisser, als die bei der Thauröste oder gemischten Wasserröste erzielten. Wesentlich begünstigt wird diese Eigenschaft und überhaupt auch die Zähigkeit und Haltbarkeit der dampfgerösteten Faserbündel durch die kurze Dauer der Röste. Es können innerhalb dieser Frist die braunen Zersetzungsproducte des Blattgrünes welche namentlich bei der Thauröste und lang anhaltenden, gemischten Röste sich bilden und Hauptursache des missfärbigen Ansehens der Faserbündel sind, sich nicht erzeugen. Die grössere Quantität des durch die Dampfröste gewonnenen Productes erklärt sich ebenfalls aus dem Gesagten. Der Übelstand, dass beim Brechen und Schwingen so viel Faserbündel und Fasern abfallen, kommt

hier nicht vor, weil die Faserbündel compacter bleiben und durch Fetzen und Haare an der Oberfläche nicht so verunreinigt sind, daher auch keine so sorgfältige Entfernung derselben nöthig machen.

Die Thauröste ohne Verbindung mit der Wasserröste hat bekanntlich den Nachtheil, dass der Flachs dabei minder zähe bleibt, und zu feinen und haltbaren Gespinnsten und Geweben weniger tauglich ist, auch mehr ins Werg fällt, als der Wasserflachs. Der Grund davon liegt in der geringen Festigkeit, welche die Faserbündel bei dieser Röste behalten. Da dieselbe längere Zeit dauert, und die Gährung im Cambium und der Rinde, wodurch die Auflockerung der Bastschichte bewirkt wird, mit Unterbrechungen stattfindet; da ferner ein Theil der Stengel der Gährung stärker ausgesetzt ist, und desshalb früher als die übrigen sich zur Fäule neigt, oder stellenweise wirklich fault: so werden auch die Faserbündel in solchen Stengeln stärker aufgelockert, daher sie bei der Bearbeitung leichter reissen und ins Werg fallen. Durch die länger anhaltende und unterbrochene Gährung während der Thauröste wird die Rinde rissig und morsch, springt bei der nachfolgenden Dörre leichter stellenweise ab, die Faserbündel werden entblösst, spalten und fransen sich in der Hitze leicht aus und fallen zahlreicher ins Werg. Je mehr hervorstehende und auseinanderfahrende Fasern an der Oberfläche der gerösteten Stengel zu bemerken sind, desto geringeren und sparsameren Flachs erhält man daraus.

Das Sortiren der Stengel ist zur Erzielung eines gleichförmigen Productes nothwendig. Es kommen dadurch Stengel von gleicher Entwickelung zusammen, daher die Gährung gleichförmig auf sie einwirken kann. Ohne Sortirung können viele Stengel schon überröstet sein, während andere noch nicht vollständig die Röste überstanden haben, besonders am oberen Theile, welcher weniger ausgebildete Fasern enthält. Ein so gewonnenes Product erfordert eine mühsamere Bearbeitung, und gibt dennoch einen geringeren und ungleichförmigeren Flachs.

Die kalte Wasserröste ohne Verbindung mit der Thauröste verursacht bei der Bearbeitung einen grösseren Aufenthalt, weil die Faserbündel breiter sind und sich nicht so leicht spalten lassen. Auch wird eine stärkere Bleiche erfordert, weil die Reste der Rinde und des Cambiums, welche die Faserbündel verunreinigen, in grösserer Ausdehnung zurückgeblieben sind, daher erst nach längerer Zeit sich gänzlich entfernen lassen.

Die lombardische Röstmethode, wobei die Stengel drei bis vier Tage im Wasser geweicht werden bis sie untersinken und hierauf ausserhalb des Wassers aufgeschichtet und in Gährung versetzt werden, scheint für die Zähigkeit und Geschmeidigkeit der Faser, nach der Dampfröste, die zuträglichste zu sein, vorzüglich desshalb, weil die Faser dabei wenig austrocknet. Auch lassen sich die Faserbündel bei dieser Methode besser reinigen.

Tabelle zur Prüfung der Güte des Flachses im rohen und verarbeiteten Zustande [1]).

Eigenschaften des guten Flachses.		Eigenschaften des schlechten Flachses.
	1.	
Faserbündel lang, dünn, rundlich, von gleichem Durchmesser.		Faserbündel kurz, dick, glatt, von ungleichem Durchmesser.
	2.	
Faserbündel glatt, weisslich oder weissgelblich, von Zellresten nicht verunreinigt.		Faserbündel rauh, bräunlich oder schmutzig grau, von häufigen Überresten der Zellen bedeckt und vereinigt.

[1]) Zur Vergleichung dienen die Abbildungen Fig. XXVII, XXVIII, XXX.

Eigenschaften des guten Flachses.		Eigenschaften des schlechten Flachses.
Faserbündel mit abstehenden Härchen oder Fasern nur wenig überdeckt, ungefranst und ungetheilt.	3.	Faserbündel mit abstehenden Härchen zahlreich bedeckt, oft zerfranst oder gespalten.
Faser lang, dünn, nach den Enden allmählich haarspitzig zulaufend.	4.	Faser kurz, dick, dabei oft stellenweise eingeschnürt und bauchig erweitert, mit unregelmässigen Enden.
Faser solide, oder mit kaum merklicher Höhlung, welche als zarte, dunkle Linie erscheint. Guter Flachs enthält wenig gehöhlte Fasern.	5.	Faser röhrig mit deutlicher, oft erweiterter Höhlung, welche stellenweise Körnchen enthält. Geringer Flachs enthält viel gehöhlte Fasern.
Schichten der Faser zahlreich, dünn, zart, oft kaum wahrnehmbar.	6.	Schichten der Faser minder reich, dicker, gröber, deutlich wahrnehmbar.
Faser glänzend, mit glatter Oberfläche.	7.	Faser matt, mit unreiner Oberfläche.

Über die Hanffaser.

Hierzu Taf. LV, LVI.

I. Bau des Hanfstengels und der Hanffaser.

Der Hanfstengel und die Hanffaser zeigen einen dem Leine und der Leinfaser ähnlichen und in den meisten wesentlichen Stücken übereinstimmenden Bau, desshalb ich mich bei der Beschreibung kürzer fassen und auf die früheren Schilderungen berufen kann. Die Hanffaser ist, so wie die Leinfaser, eine Zelle, welche frei in einem Interzellulargange zwischen Rinde und Cambium entsteht. Sie ist anfangs dünnwandig, und führt einen feinkörnigen Inhalt, verdickt sich aber später durch Ablagerung secundärer Schichten so sehr, dass die Höhlung verschwindet. Um die Reifezeit der Bastzellen verliert sich der Chlorophyllgehalt der Rinde immer mehr, zuletzt entfärbt sich die Rindenschichte oft ganz.

Untersucht man den vollkommen ausgebildeten, fruchttragenden Hanfstengel[1]), so zeigt sich derselbe im Querdurchschnitte wie in Taf. LV, Fig. I; im Längendurchschnitte wie in Fig. III. Die Rinde besteht grösstentheils aus tafelförmigen, verdickten, tüpfellosen Zellen, und nicht immer zeigt sich eine deutlich abgesetzte Epidermis. Oft jedoch kann man besser die zwei Schichten der Rinde unterscheiden; Fig. I, *A*, die aus dickwandigen Zellen gebildete Epidermis, und die aus dünnwandigen Zellen bestehende innere Rindenschichte. Die Cuticula ist wenig auffallend und unbedeutend dicker, als die Wände der unterliegenden Zellen. Der feste Inhalt der Rindenzellen ist sparsam, feinkörnig, höchstens mit einem matten Anfluge von Chlorophyll, er bildet ein Überbleibsel des früher vorhandenen, zerfallenen und aufgelösten Chloro-

[1]) Die Untersuchungen des Gewebes wurden an Gartenexemplaren angestellt, da mir keine frischen Exemplare solcher Sorten zu Gebote standen, welche man zur Fasergewinnung anpflanzt.

phylles. Der Bast, *B*, bildet, wie beim Lein, keine gleichdicke Schichte im Stengel, sondern ist abwechselnd dicker, stellenweise auch unterbrochen, und besteht aus zahlreichen Bündeln. Man sieht diese Anordnung der Bastbündel in Fig. I, oft ist sie noch deutlicher, wie überhaupt die verschiedenen Abweichungen des Leines sich hier wiederholen. Die Bastzellen schliessen ziemlich enge aneinander, und sind wie beim Leine unverästet, langgestreckt, nach beiden Enden allmählich verschmälert, die Wand durch 3—6 Schichten-Ablagerungen verdickt. Das Cambium, *C*, besteht aus vier bis fünf Lagen kurzer, dünnwandiger Parenchymzellen, welche bisweilen ein sparsames, feinkörniges Amylum führen, sonst aber häufig jeden festen Inhalt entbehren. Das Holz, *D*, wird aus mässig langen, bis zum Drittheile ihres Durchmessers verdickten Zellen gebildet, die von engen, zerstreuten Tüpfeln durchzogen werden. Im Querdurchschnitte, Fig. II, sind die Holzzellen durch Jod gefärbt, welches die Wände der übrigen Zellen unverändert lässt. Auch hier unterscheidet man die Rinde, *A*, die beinahe nur aus einer Epidermalschichte besteht, den Bast, *B*, das Cambium, *C*, das Holz, *D*, welches aus ungleichweiten Zellen zusammengesetzt ist. Der Längendurchschnitt, Fig. III, zeigt dieselben Schichten, bei *D* bemerkt man an den Holzzellen die zahlreichen, aber sehr kleinen Tüpfel.

Die Hauptformen der ausgebildeten Bastfaser, sind in Fig. IV zusammengestellt. Man bemerkt die grosse Übereinstimmung mit der Flachsfaser. Auch lassen sich beiderlei Fasern untermischt nur sehr schwer unterscheiden. In den vollkommensten Fasern ist die Höhlung ganz ausgefüllt, und man sieht höchstens noch, wie in fig. 3, 4, eine sehr zarte Linie als Andeutung der früheren Höhlung. In unausgebildeten Fasern kann man die Höhlung durch die ganze Faser verfolgen. An manchen Fasern trifft man, wie wir dies beim Leine sahen, knotige Erhöhungen an, fig. 1, 3, welche den Vertiefungen der Wände des Intercellularganges und der Vereinigungsstelle der umgebenden Zellen entsprechen. An der Spitze sind die Bastfasern gewöhnlich verschmälert, fig. 1. Bisweilen trifft man auch solche an, welche ohne Verschmälerung mit einer abgerundeten Spitze endigen, fig. 2.

Der Bau der männlichen Hanfpflanze stimmt mit dem geschilderten überein, indess ist, wie die ganze Pflanze schmächtiger und zarter, auch die Bastschichte etwas dünner.

Die chemische Zusammensetzung der Hanffaser ist dieselbe wie beim Leine, die Faser besteht aus reiner Cellulose.

II. Veränderungen der Hanffaser beim Rösten, Brechen, Schlagen, Reiben, Schwingen, Hecheln, Winden, Spinnen, Weben.

Die Methoden der Gewinnung und Bearbeitung der Hanffaser fallen in den meisten Punkten mit jenen des Flachses zusammen, auch sind die Veränderungen, denen die Hanffaser dabei unterliegt, nicht wesentlich unterschieden[1]). Es wäre darnach überflüssig, auf die Prüfung dieser Methoden einzugehen, und es genügt die Hauptveränderungen, denen der Hanf bei der Bearbeitung ausgesetzt ist, mit Rückblick auf den Flachs zusammenzustellen.

Der Zweck der Hanfröste besteht darin, durch einen Gährungsprocess im Stengel die Verbindung der Bastschichte mit dem Cambium und der Rinde zu lockern, um durch die folgende Bearbeitung die Trennung des Bastes desto leichter zu bewerkstelligen. Man wendet dabei die Wasserröste an, weil sie wegen der Derbheit und Festigkeit des Hanfstengels leichter, schneller und gleichförmiger einwirkt, als die Thauröste. Die Wasserröste verursacht eine Auflockerung und theilweise Zerstörung der Cambiumzellen, wodurch sich die Bastschichte leicht vom Holze abtrennen lässt. Auch die Rinde wird angegriffen, jedoch minder gelockert und zerstört als beim Leine, weil die Rindenzellen dicker und fester sind (vgl. Fig. I, II, III).

---

[1]) Welikopolsky hat eine Methode vorgeschlagen, wornach der Hanf mit viel geringeren Kosten besser und zweckmässiger als bisher, bearbeitet und benützt werden kann. Vergl. über das Unternehmen: Mittheilungen der ökonom. Gesellschaft zu Petersburg, 1846, Heft II, p. 258.

Die Folge davon ist, dass sich die Rinde beim Brechen, Reiben, Hecheln etc. schwieriger entfernen lässt, und selbst an dem sorgfältiger bearbeiteten Hanfe noch in starken Überresten zurückbleibt. Auch trägt die grössere Dicke der Faserbündel an ihrer stärkeren Verunreinigung Schuld. Durch Zersetzung des Cambium- und Rindeninhaltes wird der Bast gebräunt.

An hinreichend gerösteten Hanfstengeln, lässt sich der Bast leicht vom Holze trennen, und spaltet sich dabei die Faserbündel. Die leichte Spaltbarkeit, in breitere oder schmälere, faden- oder bandartige Bündel, beruht auf der eigenthümlichen Lagerungsweise des Bastes, der wie beim Leine keine gleichdicke Schichte bildet, sondern stellenweise Verdünnungen, selbst Unterbrechungen besitzt. Da die Unterbrechungen jedoch sparsamer sind, so erklärt sich daraus die so häufige Spaltung des Bastes in breite, bandartige Faserbündel. Wird der Hanf einer sorgfältigen Behandlung durch Brechen, Schlagen, Schwingen, Hecheln etc. unterzogen, so gewinnen auch die Faserbündel an Glätte, Glanz, Reinheit und Gleichheit. Die Abfälle an Werg, die bei einer geringen Qualität und nachlässigen Behandlung um desto grösser sind, bestehen, wie beim Leine, grösstentheils aus verworrenen, gezerrten, gedrehten, gequetschten und zerfransten Bündeln und Fasern.

Die Faserbündel des zu groben Seilerarbeiten verwendeten Hanfes enthalten im Durchmesser nicht selten 100—200 Fasern, welche von den Überresten der den Bast begrenzenden Schichten verunreinigt, rauh und missfärbig sind. Dünne Faserbündel, die nur aus weniger Fasern bestehen, finden sich sparsamer. Der Loire'sche, Bologne'sche u. a. zarte Hanfsorten dagegen bestehen, vermöge der Vorzüglichkeit der Spielart und Sorgfalt der Cultur und Bearbeitung, durchgehends aus zarten, glatten und glänzenden Faserbündeln.

Bei dem Verspinnen und Verweben des Hanfes erleidet derselbe, ausser unwesentlichen Zerrungen einzelner Fasern und Bündel, keine erhebliche Veränderung. Ebenso bei der Verarbeitung zu Bindfäden, Seilen und Tauen jeder Art. Bei dieser Manipulation werden die Faserbündel gewunden und gedreht, doch ohne ein bedeutend verändertes Aussehen zu erhalten. Man findet in Hanfschnüren und Hanfgeweben, die nicht durch anhaltenden Gebrauch abgenützt sind, den normalen Bau der Faser und die typischen Formen derselben, welche in Fig. IV dargestellt sind, ganz gut erhalten. Die Abnützung von dergleichen Fabrikaten beruht wie bei Leinenwaaren zunächst in dem Zerfallen der Faserbündel und in der Auflockerung der Fasersubstanz, welche früher mürbe wird, wenn die Fasern Höhlungen besitzen, in denen sich die Feuchtigkeit leichter sammelt und länger erhält, als in soliden Fasern.

Beim Färben verhält sich die Hanffaser genau wie die Flachsfaser. Wenn eine Höhlung zugegen ist, sammelt sich der Farbstoff in derselben zuerst an. Soll die Färbung dauerhaft sein, so muss der Farbstoff die Schichten der Wandung vollkommen durchdringen und sich in denselben absetzen.

Bei der Verarbeitung zu Papier, erleidet die Hanffaser dieselben Veränderungen, wie die Flachsfaser, sie wird zerstückt, zerfranst, zermalmt und die Faserstücke verfilzen sich untereinander zur Papiermasse.

Die Hauptformen der Bündel und Fasern, welche sich im zubereiteten, rohen Hanfe zeigen, sind in Taf. LVI zusammengestellt. Der minder sorgfältig bearbeitete Hanf hat, wie früher bemerkt wurde, dicke, ungleiche, unreine Faserbündel. Die hier abgebildeten Faserbündel sind von einer mittleren Sorte. Fig. V ein dünner Faserbündel, auf der Oberfläche, bei *a, a, a* von körnigen Resten der Rinde und des Cambiums bedeckt. Fig. VI ein etwas dickerer Faserbündel, bei *A, A, A* noch von zahlreichen, rissigen, eingeschrumpften Cambiumzellen bedeckt, bei *x* der Endtheil einer Faser. Fig. VIII ein gereinigter, glatter, glänzender Faserbündel. Im rohen Hanfe findet man selten ganz reine Bündel, meistentheils sind sie nur stellenweise rein. Fig. VII einzelne Fasern, an welchen man bei *a, a* Reste des Chlorophylles bemerkt, welches sich bei der Röste bräunt; fig. 1 eine solide Faser, die kaum eine Andeutung zur Höhlung besitzt; fig. 2 eine dünnwandige, stark gehöhlte, auf tiefer Entwickelungsstufe stehende Faser, deren Wand aus zwei Schichten zusammengesetzt ist. Fig. IX ein schwarz gefärbter Faserbündel, welcher an der Oberfläche bei *A, A* durch Reste der Zellhäute, bei *a, a* durch körnige, aus der Zersetzung des Inhaltes

rührende Reste verunreinigt ist. Fig. X einzelne, schwarz gefärbte Fasern mit unreiner Oberfläche. Fig. XI eine mit Jod und Schwefelsäure auf den Gehalt an Cellulose geprüfte Faser. Sie färbt sich dunkelblau, und wenn die Färbung nicht zu tief, und die Wand nicht allzustark von der Schwefelsäure angegriffen ist, erkennt man die Schichtung sehr deutlich.

Die Güte des Hanfes hängt von der Beschaffenhdit der Bündel und Fasern ab. Die Eigenschaften, welche oben als charakteristisch für einen guten Flachs angegeben wurden, kommen auch der Hanffaser zu. Die obige Tabelle, welche bei Prüfung von Flachsproben dienen soll, lässt sich fast ebenso beim Hanfe anwenden, wenn feine Proben zur Untersuchung vorliegen. Denn in groben Hanfsorten, wie namentlich die zu gemeinen Seilerarbeiten verwendeten, haben manche Eigenschaften, wie Zartheit, Geschmeidigkeit und Weichheit der Faser nur untergeordneten Werth.

Über die Nesselfaser.

I. Bau der Nesselfaser und Veränderungen derselben bei der Bearbeitung.

Der Stengel der gemeinen, grossen Nessel schliesst sich in seinem Baue jenem des Hanfes und Leines zunächst an. Auch hier ist die Bastfaser ein Milchgefäss, welches in einem Interzellulargange zwischen Rinde und Cambium entsteht. Die Interzellulargänge treten fast gleichzeitig mit der Bildung der Internodien auf, und man kann die Entstehung der Bastzellen viel deutlicher als beim Leine beobachten, so dass diese Pflanze für die Verfolgung der Entwickelungsgeschichte insbesondere geeignet ist. Die Interzellulargänge und Bastzellen sind geräumiger, und in der Jugend gesonderter, so dass sich alle Vorgänge besser überblicken lassen. Rinde, Cambium, Holz und Mark durchlaufen ähnliche Metamorphosen, wie es beim Leine geschildert wurde; bemerkenswerth ist es aber, dass um die Zeit, wo sich die Bastzellen zu bilden anfangen, das Holz durchweg reichliches Chlorophyll enthält, dessen Kügelchen, gleich jenen der Rinde, einige Amylumkörner einschliessen, um welche sich die Chlorophyllsubstanz lagert. Selbst die Epidermalzellen enthalten ausgebildete Chlorophyllkörner. Im Allgemeinen bildet sich das Chlorophyll etwas früher, als im Leine, wenn man das Auftreten der Bastschichte zum Zeitmasse nimmt. Das Mark enthält schon sehr früh grosse, zartwandige Cytoblastenzellen, welche sich später auflösen.

Die ausgebildete Bastschichte zeigt häufigere Unterbrechungen, als beim Leine und Hanfe, auch finden sich einzelne Bastzellen im Rindengewebe öfter isolirt, als man es bei jenen begegnet. Die Bastzellen führen in der Jugend einen körnigen Inhalt, mit dazwischen liegenden, winzigen Zellchen, wie sie beim Leine beschrieben wurden. Mit der zunehmenden Verdickung der Wand nimmt der körnige Inhalt ab, und vergeht endlich, obgleich sich in den ausgebildeten Fasern oft noch ziemliche Reste davon vorfinden, welche mitunter gröbere, ungleiche Körner enthalten. Im Ganzen sind die Bastfasern um die Hälfte oder das Doppelte weiter als beim Leine und Hanfe, mit denen sie in Gestalt und Länge ziemlich übereinkommen. An Biegsamkeit stehen sie den genannten Fasern nach. Die Verdickung der Wand ist in der Regel schwächer als beim Leine und Hanfe. Auch in ganz ausgewachsenen Stengeln trifft man noch Fasern mit ziemlich weiter Höhlung, dagegen treten die Schichten der Wand oft sehr deutlich hervor, bisweilen erscheinen sie so scharf abgesetzt, wie die äussere Wand der Faser. Häufig besitzt die Faser knotige Anschwellungen in bestimmten Abständen, die von denselben Ursachen wie beim Leine bedingt sind.

Die Bastfaser der Nessel besteht aus Cellulose. Die Veränderungen, welche sich beim Rösten, Brechen, Schwingen, Hecheln, Spinnen, Weben u. s. f. heraustellen, sind den früher beschriebenen gleich. Chemisch wird die Nesselfaser bei der Verarbeitung ebensowenig verändert.

Über das Verhältniss des Bastes zu den Milchgefässen, Interzellulargängen und der Interzellularsubstanz.

Man hat die Bastfasern bis jetzt als Zellen angesehen, welche sich an die gewöhnlichen, verdickten Gewebszellen anschliessen, so viel Eigenthümliches sie auch sonst besitzen. Ebenso hat man die Übergänge beider Gebilde aufzufinden geglaubt. Über die Enstehungsart des Bastes wissen wir sehr wenig. Vergleicht man die ausweichenden und unbestimmten Angaben, so sieht man leicht, dass die Frage darüber noch in der Schwebe sei. Meyen[1]) gibt wohl an, die Entstehung der Bastfaser, insbesondere beim Leine, mit Sicherheit verfolgt zu haben. Es sollen sich an der Stelle der Bastschichte äusserst zarte, etwas langgestreckte, prismatische Parenchymzellen bilden, welche mit ihren Enden genau übereinander stehen, und sich allmählich, durch Resorption der Scheidewände, in lange Faserzellen oder Baströhren umwandeln. Diese Ansicht ist auch vielfach getheilt worden, kann aber schon durch einfache Untersuchung des ausgebildeten Bastes widerlegt werden. Denn die Bastfasern liegen ungeordnet, in verschiedener Höhe nebeneinander, während sie nach obiger Ansicht immer mit ihren Enden übereinander stehen müssten, wodurch die Bastschichte eine ganz andere Gestaltung erhalten würde. Eine der sonderbarsten Ansichten Meyen's ist überdies, dass nach Auflösung der Scheidewände zwischen den Parenchymzellen, welche die Bastfaser bilden, die Ränder dieser Zellen (welche also beiderseits offene Röhren bilden müssten) mit einander verwachsen. Diese Angabe widerstreitet so sehr unsern Erfahrungen über die Bildung und das Wachsthum der Zelle, dass man ihr schon desshalb den Glauben versagen möchte.

Schleiden[2]) bemerkt, dass er nicht zweifle, dass die Bastzellen aus ursprünglich parenchymatischen Zellen wie das Prosenchym entstanden seien, doch ohne die Entwickelungsgeschichte zu geben, was um so mehr hätte erwartet werden dürfen, da er sonst derartige Urtheile auf die Entwickelungsgeschichte basirt wissen will. Er hat schwerlich die haarförmigen Enden langer Bastfasern, wie beim Leine, Hanfe und so vielen Kräutern, die bedeutend dünner sind, als die jüngsten Gewebszellen, mit Aufmerksamkeit betrachtet, sonst könnte er diese Ansicht nicht hegen. Übrigens hat er unsere mangelnde Kenntniss in diesem Punkte gebührend hervorgehoben.

Zuletzt ist Schacht[3]) bei vergleichender Untersuchung der Milchgefässe und Bastzellen zu dem Resultate gekommen, dass letztere nichts als Milchsaft führende, sich häufig verzweigende Bastzellen sind. Er verweist dabei auf seine, nächstens erscheinende Schrift über das Enstehen und den Bau der Pflanzenzelle, wo weitere Untersuchungen darüber folgen sollen. Ihm ist es ganz unbekannt geblieben, das ich bereits dritthalb Jahre früher in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie den Gegenstand behandelt habe, so wie die von ihm prätendirte Entdeckung dort mit klaren Worten ausgesprochen und ebenso die Entstehungsweise der Bastzellen angegeben ist.

Aus den vorstehenden Untersuchungen hat sich ergeben, dass die Bastzellen bei *Linum*, *Urtica*, *Cannabis*, in Interzellulargängen zwischen Rinde und Cambium entstehende, langgestreckte Zellen sind[4]). Vergleicht man die Entwickelungsgeschichte und den Bau dieser Zellen mit den Milchgefässen, über welche die Untersuchungen der Baronesse Hermine v. Reichenbach Licht verbreitet haben[5]), so stellen sich die Bastzellen als entschiedene Milchgefässe heraus.

---

[1]) Wiegm. Archiv für Naturgeschichte, 1838, I, p. 298. Ob die von der königl. Akademie zu Berlin gekrönte Preisschrift Pollander's über den Flachs, Untersuchungen über die Entstehung der Bastzellen enthalte, ist mir unbekannt. Sie ist mir noch nicht zugekommen.

[2]) Grundzüge der Botanik, 2te Auflage, I, p. 251.

[3]) Botan. Zeitung, 1851, Nr. 29.

[4]) Eine kurze Mittheilung wurde bereits gegeben in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, November 1848. Mohl, der die späteren Arbeiten von Fritsch a. a. Orte in seiner Darstellung über die vegetabilische Zelle (Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, IV. Bd., 2te Lief., p. 302) citirt, übergeht sie. Ebenso ist sie Schacht ganz unbekannt geblieben.

[5]) Botan. Zeitung, 1846, Sp. 833, von einem Ungenannten. Die verehrte Forscherinn möge es entschuldigen, dass ich ihren Namen nenne. Ich denke, es müsse heutzutage Jeder mit seinem Namen einstehen, wenn eine Arbeit jene Beachtung finden soll, welche ihr, wie im vorliegenden Falle vollends gebührt. Ein Beweis des Gesagten liegt in der geringen Rücksicht, welche Wigand und Schacht a. a. Orte derselben geschenkt haben.

Untersuchungen über die Entwickelungsweise der Bastzellen anderer Pflanzen lieferten das Resultat, dass sie in den verschiedensten Familien dieselbe Entwickelungsweise besitzen. So bei *Humulus*, *Tilia*, *Acer*, *Daphne*[1]). Diese Beispiele sprechen dafür, dass die beschriebene Entwickelungsweise des Bastes wohl allgemeines Gesetz sei. Anderseits stellt es sich heraus, dass die Milchgefässe bei den blattlosen Euphorbien und den Asclepiadeen, welche an der Stelle des Bastes vorkommen, als wahre Bastzellen angesehen werden müssen, weil sie mit diesen in Bau und Entwickelung übereinstimmen. Auch kommen die Bastzellen und Milchgefässe in der frühen Entstehung, welche jener der übrigen Gefässe voraneilt, überein. Da nun beide Systeme in dieselbe Reihe zu stellen sind, so bleibt uns nur die Alternative, die Bastzellen mit dem Namen der Milchgefässe zu benennen oder umgekehrt. Das Letztere scheint zweckmässiger, weil der Name besser die Einheit und Bedeutung der Gebilde charakterisirt und auch älter ist. Die so lange streitige, und selbst nach der neuesten Bekanntschaft mit der Entwickelungsgeschichte dunkel gebliebene Bedeutung der Milchgefässe kann nicht länger mehr zweifelhaft sein. Die Milchgefässe sind Bastzellen, welche in verschiedenen Theilen des Pflanzengewebes zerstreut sind, aber zwischen der Rinde und dem Cambium eine besonders starke und regelmässige Schichte bilden. Das Bastsystem, in dem bezeichneten Umfange, durchlauft vom nackten oder nur mit einer rudimentären Zelle ausgekleideten Interzellulargange, bis zum vollständig ausgefüllten, von einer soliden Bastfaser eingenommenen Raume, alle Übergangsstufen.

Bei genauerer Vergleichung der Bastzellen und Milchgefässe verschiedener Familien erhält man, auch ohne Rücksicht auf Entwickelungsgeschichte, sehr gewichtige Winke, dass beide eine gleiche Bedeutung haben mögen. Insbesondere, wenn man auf die längst bekannte Erscheinung bei *Hoya* und *Euphorbia* achtet, wo Milchgefässe an der Stelle des Bastes liegen. Bei Vergleichung echter Bastzellen mit dem umgebenden Parenchyme gelangt man zu dem Schlusse, dass sie nicht aus ursprünglichen Parenchymzellen entstehen und gleichzeitig mit den Rinden- und Cambiumzellen auftreten mögen. Wenn die Bastzellen gewöhnliche, gleichzeitig mit den übrigen auftretende Gewebszellen wären, so müssten sie:

1. In Fällen, wo sie von so bedeutender Länge sind, wie beim Leine, Hanfe, der Nessel und überhaupt den meisten Kräutern, schon im jüngsten Zustande eine bedeutende Länge besitzen, denn sonst könnten sie sich, bei der verhältnissmässig geringen Länge, welche die Nachbarzellen erreichen, nicht leicht in einem so hohen Grade strecken, ohne sich von den Wänden derselben abzulösen.

2. Ausgesackte und ästige Bastzellen liegen häufig zwischen kurzen, regelmässigen Parenchymzellen eingekeilt. Solche Zellen sind aus ursprünglich gleichgestalteten Parenchymzellen um so schwieriger herzuleiten, je unregelmässiger sie aussehen.

3. Bastzellen mit sehr dünnen, haarspitzigen Enden kommen oft vor. So Taf. XLIX, Fig. XX, fig. 2, 3. Diese Enden sind mehrmals enger als die umliegenden Gewebszellen in ihrem jüngsten Zustande, ja oft geringer im Durchmesser, als die Zellkerne der Stammspitze. Sie können also schwerlich aus Parenchymzellen entstanden sein, sei es aus einzelnen, oder aus verschmolzenen Reihen derselben. Die Annahme, dass solche Parenchymzellen die zu Bastzellen sich umwandeln, später eine dünne, haarförmige Spitze vorschieben, ist unseren Erfahrungen über das Zellenleben des Gefässstammes zu sehr entgegen, als dass man ihr huldigen könnte.

4. Die Bastzellen haben durchgehends einen lockeren Zusammenhang, und lassen sich ohne Schwierigkeit in den meisten Stämmen isoliren. Auch dies spricht gegen ihre Entstehung aus Parenchymzellen.

Wenn man die Meyen'sche Ansicht vertheidigen wollte, der gemäss die Bastzellen aus einer Reihe von Parenchymzellen durch Aufsaugung der Scheidewände und Verdickung der rückbleibenden Wandungen entstehen, so stehen die unter 3 und 4 angeführten Eigenthümlichkeiten schroff entgegen. Wie will man

[1]) Ich wiederhole, was schon früher bemerkt wurde, dass dickstenglige Pflanzen sich zur Verfolgung der Entwickelungsgeschichte am besten eignen.

die haarspitzigen Enden der Bastzellen, wie namentlich die monströsen Anschwellungen und Ausbuchtungen, wie die so häufigen Verästlungen derselben erklären? Man geräth in unlösliche Widersprüche.

Unter den Milchgefässen findet man bekanntlich alle Übergänge vom blossen Interzellulargange zu einer sehr verdickten, denselben auskleidenden Zelle. Die Übergangsformen sind diejenigen, wo eine Verdickung der Wand entsteht, aus welcher sich aber keine selbstständige Membran differenzirt. In dem reinen, unverdickten Interzellularraume, der die Stellung des Milchgefässes einnimmt, erzeugt sich übrigens ein gleicher Inhalt, wie in den Milchgefässen, die mit Wandungen versehen sind. Aus beiden Gründen muss, wie schon oben angedeutet wurde, der reine, geschlossene Interzellulargang, der die Stellung und den Inhalt des Milchgefässes besitzt, unter den Gesichtspunkt der Zelle gebracht werden. Geschlossene Interzellulargänge inmitten eines saftreichen Gewebes haben aber auch die entschiedene Function wirklicher Gewebszellen. Enthält das umgebende Parenchym Dextrin, so ist dieses auch im Interzellulargange vorhanden, und es erfolgt die Bildung einer Membran durch Niederschlag auf die Wandungen der Höhlung sehr leicht.

Es wurde früher angeführt, dass man in solchen Formen der Bastzelle, wie sie vom Leine in Fig. XX, fig. 4, 5 abgebildet sind, die abgeschlossenen Hohlräume gewissermassen als Zellen ansehen könne. Solche Bastfasern beständen also aus einer Reihe von Zellen, die in einer Mutterzelle eingebettet sind, in gleicher Weise, wie wir diess an Conferven und Pilzfäden sehen. Diese Ansicht dürfte auf den ersten Blick unbegründet scheinen, weil die Enstehungsweise der Hohlräume eine so verschiedene ist. Bei näherer Betrachtung zeigt es sich aber, dass die Entstehungsart jener der übrigen Zellen nicht so schroff gegenübersteht. Denn die Vermehrung der Zellen durch Theilung ist von vorstehender Bildung nicht wesentlich unterschieden. Auch bei den Bastzellen erheben sich die secundären Schichten an gewissen Punkten stärker, berühren sich, verschmelzen und bilden so die Scheidewand, wodurch der ursprüngliche Hohlraum in besondere Zellräume abgetheilt wird. Die Bildungsweise dieser Zellräume wird erklärlich, wenn man einen Blick auf die Baumwollhaare wirft, welche auf Taf. LVII, Fig. VIII, 1, 2, 3 abgebildet sind. Hier zeigt sich eine ähnliche, wenn auch viel unvollkommenere Abtheilung der ursprünglichen Zelle in abgesonderte Hohlräume, *b*, *b*, *b*. Die Bildung dieser Zellräume in der Bastzelle und dem Baumwollhaare steht gegen die Bildung regelmässiger Tochterzellen allerdings weit zurück, aber die Verwandtschaft zu den einzelligen, durch Scheidewände abgetheilten Schläuchen der Pilze und Algen lässt sich nicht verkennen. Ich werde gelegenheitlich Anlass nehmen, darauf zurückzukommen. Wie sehr unsere Ansichten auf diesem Felde durch jede neue Thatsache modificirt werden, zeigt die beschriebene, merkwürdige Entstehungsweise der Bastzelle selbst am besten.

Die Entwickelung der Bastzelle bringt einen neuen Beweis für das Bestehen der, zuerst von Mirbel in seiner Abhandlung über *Marchantia* angegebenen, interutriculären oder Zwischenzellenbildung bei, welche später von Kützing[1]) bei den Tangen, von Unger[2]) bei den Dikotylen illustrirt, aber von vielen Autoren bezweifelt wurde. Andere Fälle dieser Zellbildung als bei Bastzellen und Milchgefässen habe ich nicht verfolgt. Aus der Beschreibung, welche Kützing von den Tangen gegeben hat, ist jedoch die grosse Ähnlichkeit nicht zu verkennen. Er schlägt für diese Bildung den Namen „Interzellulargewebe" vor. Neuerlichst hat Wigand[3]) diese Theorie, so wie die damit enge verknüpfte Ansicht über das Vorkommen der Interzellularsubstanz hart angegriffen, und ihr die Stützen zu rauben gesucht. Er sagt[4]): „Eine zwischen den Zellen gelagerte, sei es selbstständige, oder aus den Zellen abgesonderte, sogenannte Interzellularsubstanz existirt nicht, alle dafür angeführten Gewebsformen erklären sich genügend nach den anderweitigen

[1]) Phycologia gen. p. 64, tab. 26, 27, 32, 65, 66.
[2]) Grundzüge der Anat. p. 45, mit Abbildung.
[3]) Interzellularsubstanz und Cuticula. Braunschweig 1850.
[4]) A. a. O. p. 35.

Gesetzen über den Bau der Zelle." Die Arbeit dürfte jedoch nicht jenen Grad analytischer Genauigkeit besitzen, welcher geeignet ist, dieses mit solcher Bestimmtheit prätendirte Resultat zu rechtfertigen, obwohl der Verfasser in vielen untersuchten Fällen gewiss im vollen Rechte ist. Die Frage über die Verhältnisse der formlosen Interzellularsubstanz den zunächst Betheiligten überlassend, will ich nur darauf eingehen, was directen Bezug hat. Auffallend ist die an mehreren Orten ausgesprochene, auch wohl andern Beobachtern unterschobene Meinung, dass eine vorhandene Interzellularsubstanz oder membranöse Überzüge der Interzellulargänge nur Absonderungen jener Zellen sind, worauf sie sich ablagern. Ich möchte diese Annahme für gezwungen halten, weil man bedenken muss, dass der Interzellulargang durch gemeinschaftliche Wandungen mit dem umgebenden Gewebe verbunden, und mit Flüssigkeit erfüllt, nothwendig an dem endosmotischen Processe dieser Zellen Theil nehmen muss. Daher kann er auch aus seinem eigenen, dextrinhaltigen Inhalte eben so leicht eine Schichte Cellulose an der äusseren Wand jener Zellen absetzen, und wiederholt ablagern, wie diese selbst in ihrem Innern Verdickungsschichten erzeugen. Aus einem einzigen untersuchten Falle bei *Euphorbia Lathyris* schliesst Wigand, dass die Wand der Milchgefässe integrirender Bestandtheil der umgebenden Gewebszellen sei. Aus einem einzigen Falle darf man sich einen allgemeinen Schluss wohl nur mit grosser Vorsicht erlauben. Hätte Wigand die Vielförmigkeit der Milchgefässe in Betracht gezogen, so würde ihm die Möglichkeit, zu einem entsprechenden Resultate durch Beobachtung zahlreicher Formen zu gelangen, um so mehr eingeleuchtet haben, da die Interzellulargänge hier in schärferer Ausprägung als irgendwo vorkommen. Wigand hält bei *Euphorbia Lathyris* (p. 31, fig. 34) die Schichten des Milchgefässes für Verdickungsschichten der anstossenden Gewebszellen, selbe müssten demnach die äussersten und ältesten Schichten derselben sein. Bei Verfolgung der Entwickelungsgeschichte hätte sich indess leicht finden lassen, dass die Schichten des Milchgefässes nach innen zu, und in entgegengesetzter Richtung von den Schichten der anstossenden Zellen abgelagert werden, das Milchgefäss somit als selbstständige Bildung angesehen werden müsse. Dass die Milchgefässe an ihrer Oberfläche oft Spitzen und wagrecht abstehende Fortsätze erzeugen, welche in die Zellfugen des anstossenden Gewebes eingekeilt sind und bei ungenauer Beobachtung leicht für Theile der Gewebszellen angesehen werden können, liegt lediglich in der Form des Interzellularganges, nach welchem sie sich im Umrisse gestalten. Im hohen Grade ist dies bei *Xanthosma lividum* [1]) der Fall. Auf Grund des Gesagten ergibt sich aber eine andere Deutung der übrigen Details, *a* ist nichts weiter als ein kleiner Interzellularraum, wie sie an den eingedrückten Verbindungsstellen der Zellen nicht selten und gewöhnlich dreieckig vorkommen, und welche Frl. Reichenbach schon ganz richtig beschrieben und gedeutet hat. Die angebliche Fortsetzung der Scheidewand der Gewebszellen, *c*, ist weder eine solche, noch überhaupt ein Product der unterliegenden Gewebszelle, weil solche Fortsetzungen in die Wand des Milchgefässes nicht vorkommen, ebenso wenig wie bei den Bastzellen. Wenn diese Bildung überhaupt eine beständige, und auf den Verbindungspunkt zweier Zellen streng angewiesene wäre, so müsste sie stets an diesem Punkte erscheinen. Man darf aber die Schacht'schen Spalten in den Verdickungsschichten und obliterirte Tüpfel, welche bei dickwandigen Milchgefässen und Bastzellen ähnlich erscheinen, nicht dafür ansehen. Auch ohne Verfolgung der Entwickelungsgeschichte hätte sich Wigand von der Selbstständigkeit der Milchgefässe durch Folgendes überzeugen können: 1. Durch die leichte Ablösbarkeit und continuirliche Sonderung mittelst Kalilösung und Säuren, wodurch man grobe Milchgefässe als ganze und geschlossene Schläuche darzustellen im Stande ist. 2. Durch den Umstand, dass, wenn man die Gefässwand, so weit sie der anstossenden Gewebszelle anliegt, als Bestandtheil der letzteren ansieht, wir immer eine Gewebszelle erhielten, die an ihrem freien, in den Interzellulargang hineinragenden Theile dicker, und wenn das Milchgefäss geschichtet ist, mehrschichtiger, so wie mit ihren Schichten an dieser Stelle scharf abgeschnitten ist. Dies widerspricht aber allen unseren Erfahrungen über die Schichtung der Zellwände.

---

[1]) Botan. Zeitung 1846, tab. I, Fig. 15.

Über die Baumwollfaser.

Hierzu Tafel LVII — LIX.

I. Entwickelungsgeschichte, Bau und Zusammensetzung der Baumwollfaser.

Die Baumwolle besteht aus Haaren, welche den Samen der zur Gattung *Gossypium* gehörigen Arten bekleiden. Die Hauptmasse der im Handel vorkommenden Baumwolle ist orientalischen, amerikanischen und ostindischen Ursprunges. Sie stammt von drei Hauptarten. Die orientalische Baumwolle, nämlich die in Ägypten und den umliegenden, afrikanischen, asiatischen und europäischen Ländern gebaute, kommt von *G. herbaceum*; die amerikanische zumeist von *G. barbadense*, mitunter auch von *G. arboreum*, und selbst Spielarten des *G. herbaceum*; die ostindische von *G. barbadense* und *herbaceum*. Ausserdem werden verschiedene Arten strichweise cultivirt und kommen in den Handel. So *G. racemosum* auf Portorico und andern westindischen Inseln; *G. hirsutum* im französischen Westindien und Guiana; *G. vitifolium* in Westindien, Brasilien, Ägypten. Die Unterscheidung der Baumwollstauden ist übrigens zu schwierig, um überall mit Bestimmtheit gegeben werden zu können. Die Baumwolle aller der genannten Arten ist weiss, selten mit einem gelblichen Anfluge. Gemeiniglich bekommt sie einen gelben Anflug erst, wenn Regengüsse die Ernte beschädigen. Dagegen zeichnet sich die Baumwolle des in vielen Tropengegenden, so wie auch in Südeuropa gebauten *G. religiosum* durch röthlich braune Farbe aus, und die echte chinesische Baumwolle, welche von *G. Nanking* stammt, durch gelbröthliche Färbung.

Es wäre von Interesse, die Mutterpflanze einer jeden Baumwollsorte aus der alleinigen Untersuchung der Faser mit Zuverlässigkeit bestimmen zu können, wie dies bei andern Fasergeweben thunlich ist. Allein hier hat die Sache besondere Schwierigkeiten, denn der Bau der Baumwollfasern wechselt, wie wir im Verlaufe sehen werden, oft an demselben Individuum und Samenkorne ziemlich stark. Nur die Fasern des *G. herbaceum* lassen sich gewöhnlich leicht unterscheiden. Anderseits ist die Bestimmung der Pflanzen selbst eine schwierige, weil sie sich, gleich andern, der Cultur seit Jahrtausenden anheim gefallenen Arten, unter dem Einflusse der Menschenhand ungemein verändert und in eine Menge von Spielarten aufgelöst haben. Dazu kommt noch der Umstand, dass man die Urformen sehr selten im wirklich wilden Zustande antrifft, daher auch keine Kriterien für den Werth der Artcharaktere besitzt, welche bis jetzt grösstentheils von Culturpflanzen oder verwilderten Formen hergenommen wurden.

Die im Handel vorkommende Baumwolle ist der mechanisch losgetrennte, haarige Überzug des Samens. Die Samenkörner wechseln von der Grösse eines Pfefferkornes bis zu jener eines Kirschkernes, sind eiförmig oder eiförmig-länglich, grau oder schwärzlich, lederartig, und an ihrer ganzen Oberfläche dicht mit verlängerten, geschlängelten Haaren besetzt. Sie entfalten einen schwachgekrümmten Keim, welcher von einem fleischigen Eiweisskörper umhüllt wird. Nach Verschiedenheit der Sorten sind die Haare von verschiedener Länge, Dicke, Steifigkeit und Weisse. In Fig. II ist ein Samenkorn von *G. herbaceum* im halbentblössten Zustande dargestellt, an der Vorderseite sind die Haare entfernt, an den übrigen Seiten hängen sie noch an.

Das Vorkommen einer haarigen, baumwollartigen Samenhülle tritt in der Familie der Malvaceen ausser *Gossypium* noch auf bei *Fugosia*, *Thespesia*, *Serraea*, *Hibiscus*. Ein flüchtiger Blick auf diese Gattungen wird nicht überflüssig sein, um den Zusammenhang der Erscheinungen besser wahrzunehmen. Die haarige Hülle hat hier denselben Ursprung aus der Samendecke wie bei *Gossypium*. Aber immer sind die Haare kürzer und sparsamer. Bisweilen trifft man sie auch nur auf einzelnen Stellen des Samens. Unter den Pflanzen, welche bei uns allgemein gebaut werden, hat *Hibiscus syriacus* haarige, mit einem rothgelben Borstenkamme gezierte Samen, Fig. I. Bei andern Arten von *Hibiscus* fehlt die haarige Samendecke, statt ihrer ist die innere Fruchthaut mit einem Haarkleide versehen. Dieses erinnert an die dichte, wollige

Bekleidung der inneren Fruchthaut bei den Bombaceen, welche hierin morphologisch gleichzustellen ist. Die beiden Arten der Behaarung auf das einfache, vegetative Blatt bezogen und zurückgeführt, lassen sich wie folgt ausdrücken: Das Fruchtblatt der Baumwollstaude entspricht dem an der Oberfläche kahlen, am Rande behaarten, das Fruchtblatt der Bombaceen, dem an der Oberfläche behaarten, am Rande kahlen oder behaarten Vegetationsblatte.

Wenn man die Entwickelungsgeschichte der Baumwollfaser verfolgen will, so muss man bis zur Blütezeit zurückgehen. In dieser Periode bemerkt man an den Samenknospen, welche zumeist in zwei Längsreihen aus der Mittelsäule hervorgehen, äusserlich keine Spur von Haaren oder sonstigen Vorragungen, als Andeutung der künftigen Haare. Die Oberfläche der Samenknospe wird von kleinen, flachen oder unbedeutend gewölbten, enganschliessenden Epithelialzellen gebildet. Die Cuticula fehlt denselben. Im Inhalte finden sich häufiger oder sparsamer farblose, äusserst zarte Schleimkörner, welche bei Verdichtung oder Gerinnung des übrigen schleimigen, proteinhaltigen Inhaltes zu einer bald vollkommenen, bald rudimentären Kernbildung mitverwendet werden.

Verfolgt man die weitere Entwickelung der Epithelialzellen, von welcher ich nach den bei *G. herbaceum* angestellten Beobachtungen eine Schilderung gebe, so bemerkt man zur Zeit der Befruchtung, selten schon früher, und dann gewöhnlich nur an einzelnen Stellen der Samenknospe, dass sich die Epithelialzellen merklich zu erheben und auszusacken beginnen. Die Samenknospe erscheint dadurch schon bei mässiger Vergrösserung feinwarzig, wie Fig. III (30 Mal vergrössert), bei starker Vergrösserung an der Oberfläche wie Fig. IV (400 Mal vergrössert). An der Erhebung nehmen in der Regel alle Epithelialzellen Theil, nur nicht gleichmässig, so dass manche Zelle schon ziemlich ausgesackt und verlängert erscheint, während die Nachbarzelle sich erst zu wölben beginnt. Durch die ungleichmässige Entwickelung und das Vorgreifen einzelner Zellen und ganzer Zellgruppen werden manche Zellen oft ganz in ihrer Erhebung und schlauchigen Verlängerung gehemmt, was jedoch keinen wesentlichen Einfluss auf den allgemeinen Entwickelungsgang übt. Die Zellen wachsen schnell, so dass sie gegen das Ende der Blütezeit hier und da bereits als kurze cylindrische Schläuche über die Fläche der Samenknospe vortreten, Fig. V, (400 Mal vergrössert). Ihr Inhalt ist auf dieser Stufe unverändert, nur vermehren sich die Schleimkörnchen fortwährend. Allgemein tritt Kernbildung auf. Bei vollkommener Kernbildung, Fig. V, *a*, verdichtet sich der schleimkörnige Inhalt zu Klümpchen, die anfangs durch Schleimfädchen der Zelle anhängen. Bei unvollkommener Kernbildung, die häufiger eintritt, Fig. V, *b*, *b*, ballen sich die Körnchen des Inhaltes zu Klümpchen zusammen, diese runden sich mehr oder minder ab, ohne jedoch eine bestimmte Gestalt anzunehmen, auch findet eine Schleimströmung und Bildung von Schleimfädchen nicht statt. Zwischen der vollkommenen und unvollkommenen Kernbildung finden sich indess alle Übergänge. Die Zellwand ist in diesem Stadium nicht merklich verdickt. Gewöhnlich findet sich indess eine dünne Schleimschichte an der Innenwand abgelagert. Die Membran besteht aus reiner Cellulose, wie die Reaction mit Jod und Schwefelsäure (4 Theile auf 1 Theil Wasser) beweist.

Von jetzt an schreitet die schlauchige Verlängerung der Epithelialzellen, im gleichen Masse mit der Vergrösserung der Samenknospe, also im ganzen rasch vorwärts. Die Schläuche verengen sich allmählich nach oben und nehmen eine schwach geschlängelte Form an. Sie erscheinen jedoch, wegen der bedeutenden Länge, welche bei stärkerer Vergrösserung immer nur einen geringen Theil im Gesichtsfelde zu behalten erlaubt, fast cylindrisch. Um die Zeit, wenn die Kapsel sich ihrer normalen Grösse nähert, aber noch grün und saftig ist, haben die Schläuche bereits eine 4 — 5 Mal grössere Dicke, und 300 — 700 Mal grössere Länge als unmittelbar nach der Blütezeit. Fig. VI stellt sie auf dieser Stufe dar. Der Inhalt ist schleimkörnig wie früher. Die Zellkerne sind aufgelöst, erzeugen sich auch im Verlaufe nicht weiter [1]). Die

[1]) Zellkerne dieser Art sind hier wie in den meisten Fällen, und wie es scheint, in den Stengeln und Blättern der Phanerogamen gesetzmässig nur vorübergehende Bildungen, die sich mitunter (besonders im Marke) zu deutlichen grösseren Zellen ausbilden, aber keine das Gewebe verstärkende, vollkommene Zellen oder Zellgruppen erzeugen.

Membran ist fester, aber unbedeutend dicker. Jod färbt die Körner des Inhaltes braun, Fig. VII, fig. 1. Die Zellwand besteht wie früher, aus reiner Cellulose. Mit Jod und Schwefelsäure, in dem bekannten Verhältnisse, behandelt, stellt sie sich nebst dem eingeschlossenen Inhalte wie Fig. VII, fig. 2, dar. Die festen Bestandtheile des Inhaltes werden durch Jod gebräunt, aber durch die Säure nicht verändert.

Schon einige Zeit nach der Blüte erscheinen die Schläuche äusserlich als deutliche Haare. Mit fortschreitender Vergrösserung der Samenknospen und Ausbreitung der Haare wird aber der Raum in den Fruchthöhlen immer beschränkter. Daher legen sich die Haare später, wenn die Fruchthöhle nicht mehr im gleichen Verhältnisse anwächst, an die Nachbargebilde an und verfilzen sich unter einander. Wenn die Kapsel ihre volle Grösse erreicht hat und der Reife zueilt, verschwindet der feinkörnige Inhalt der Haare, wie wir selben in Fig. VII sahen, mehr und mehr, er wird aufgelöst und grösstentheils auf seine Kosten scheint die nun allmählich erfolgende Verdickung der Zellwand zu geschehen. Sie erreicht meist den vierten bis dritten Theil vom Durchmesser des Haares, ist farblos, homogen und gewöhnlich von ziemlich gleicher Dicke. Jedoch kommen auch nicht selten Fälte vor, wo die Verdickungsschichte die Hälfte des Haardurchmessers und darüber erreicht, ja selbst so bedeutend wird, dass sie das Lumen stellenweise verschliesst. Im letzteren Falle wird die Höhlung dadurch in mehrere Fächer abgetheilt, nach Art besonderer Zellräume. Noch öfter findet man Haare, wo bei freiem Lumen die Ablagerung eine verschiedene Mächtigkeit hat.

Durch die Verdickung der Wände gewinnen die Haare Festigkeit, Stärke und Spannkraft, so wie auch die ihnen eigenthümliche Färbung. Zur Zeit der Fruchtreife verliert sich der flüssige Inhalt, und sie collabiren in Folge dessen besonders an den dünnwandigen Stellen, und gewinnen eine zusammengedrückte Gestalt. Bei dem Aufspringen der Kapsel, welches die gepressten Haare durch ihre geringe Elasticität gleichwohl unterstützen, lockern und entwirren sie sich zum Theile. Auch drehen sie sich dabei vielfach um ihre Längsachse, so dass sie an den gewundenen Stellen ein breitgedrücktes Ansehen erhalten. Die Drehung ist durch Austrocknung des Inhaltes wohl zunächst bedingt, kann aber so lange das Haar in der gepressten Lage verbleibt, an welche es sich während des Wachsthums gewöhnet hat, nicht erfolgen. Wird es aber freigemacht, so dreht es sich alsbald, und um so stärker, je trockner die Luft ist, gleich den Fruchtschnäbeln der Geranien und Erodien. Auch ist die Drehung um so stärker, je gröber und dünnerwandig das Haar ist. Durch die Torsion erlangt das Haar bei schwacher Vergrösserung das Ansehen, als ob es stellenweise eingeschnürt wäre, und dasselbe mag auch Ursache gewesen sein, dass man das Baumwollhaar als gezähnt beschrieben hat.

Unter Fig. VIII sind verschiedene Formen des ausgebildeten Haares von *G. herbaceum* dargestellt, unter Fig. IX, X verschiedene Formen des ausgewachsenen Haares von *G. barbadense* (400mal vergrössert)[1]).

Das Haar von *G. herbaceum*, wie es im Handel vorkommt, stellt eine, am unteren Ende durch das Losreissen vom Samen offene, am oberen geschlossene, im Ganzen spindel- oder kegelförmige, stückweise betrachtet fast cylindrische Röhre, oder röhrige Faser vor. Diese ist, in Folge des ausgetrockneten Inhaltes, meist etwas zusammengefallen und breitgedrückt, gewöhnlich aber stellenweise rundlich, stellenweise zusammengedrückt, wie es die stattgefundene Drehung bedingt, Fig. VIII, fig. 1, 3, 4. Die Wand ist durch secundäre Ablagerung mehr oder minder verdickt, gewöhnlich aber füllt die Ablagerung nur einen geringen Theil des Lumens aus, Fig. VIII, fig. 1, *a*. Bisweilen nimmt sie einen grösseren Theil desselben ein, fig. 1, *b*, fig. 2, *b*, oder verschliesst gar das Lumen der Röhre vollständig, so dass höchstens eine feine Linie als Andeutung desselben zurückbleibt, fig. 1, *c*, *c*. Je dicker die secundäre Ablagerungsschicht, um desto geringer die Windung der Faser. Der sehr sparsame Inhalt besteht aus Resten der ursprünglichen Füllungsmasse, aus Schleimkörnchen. Diese färben sich durch Jod gelbbraun und treten dann deutlicher hervor. Häufig fehlen sie aber durchaus, oder in dem grössten Theile der Faser.

---

[1]) Die Zeichnungen sind sämmtlich nach befeuchteten Haaren. Man kann die Baumwolle nicht wohl anders untersuchen, wenn man über ihren Bau ins Klare kommen will.

Die Haare von *G. barbadense*, welche einen grossen Theil der amerikanischen Sorten bilden, stimmen in allen wesentlichen Punkten mit obigen überein. Gewöhnlich sind sie dicker, und die Verdickung der Wände bedeutend geringer, daher auch biegsamer und nachgiebiger, weicher und seidenartiger, Fig. IX, X. Die Drehung ist viel stärker als bei obigen, woran die Zartheit der Wandungen Schuld trägt. Als Überbleibseln des Inhaltes begegnet man mitunter neben den Resten der Schleimkörner noch einzelnen Fetttröpfchen, Fig. X, fig. 1, *a*. Diese entstehen hier auf gleiche Weise wie in vielen anderen Pflanzen, namentlich in den Pilzen, wo sich anfangs in der verlängerten schlauchigen Zelle, welche jener des Baumwollhaares ähnlich ist, schleimiger Inhalt vorfindet, der später in einen fetttropfigen umgebildet wird. In Fig. IX, X sind Untertheile, in Fig. XI Obertheile der Fasern dargestellt. Letztere gestalten sich ziemlich verschieden, je nachdem sie entweder eine scharfe Spitze bilden, die durch die Ablagerungsschicht der Wandung ganz ausgefüllt ist, fig. 1, *a*, oder ein dickes, stumpfes Ende zeigen, fig. 2, *a*, worin man bisweilen noch, wie bei *b*, ein deutliches Lumen sieht.

Noch sind zwei bemerkenswerthe Abweichungen zu erwähnen, welche ich an den Fasern der beiden angeführten Arten beobachtete, und die wahrscheinlich auch bei den übrigen Arten der Gattung vorkommen. Die erste Abweichung, welche in Fig. XII, fig. 1 zu ersehen ist, betrifft die Beschaffenheit der secundären Ablagerungsschicht. Dieselbe ist an der Oberfläche nicht deutlich abgesetzt, wie sonst der Fall, sondern die Substanz bildet Fädchen, die in einem früheren Stadium quer durch den Zellraum mit der gegenüber liegenden Wand im Zusammenhange gestanden haben mussten. Diese Bildung ist im Wesen nicht verschieden von Fig. VIII, fig. 1, *c*, *c*, wo ebenfalls stellenweise Berührungen der secundären Ablagerungsschicht vorkommen. Jedoch ist sie im vorliegenden Falle besonders modificirt. Auch deutet die Oberfläche solcher Ablagerungsschichten, wie in Fig. VIII, fig. 2, die sich hier und da warzig erheben, auf eine Bildung hin, deren endlicher Ausgang die Verschliessung des Lumens ist. Im Ganzen stimmt dieser Vorgang wesentlich mit jenem überein, den wir früher bei der Entwickelung der Flachsfaser bemerkten, wo das Lumen der Faser ebenfalls durch stellenweise Berührung der Verdickungsschichten verschlossen wird. (Vergl. Flachsfaser, Fig. XX, fig. 4, 5.)

Die zweite abweichende Form, welche sich mitunter zwischen den ausgebildeten Fasern vorfindet, ist in Fig. XII, fig. 2, dargestellt. Es sind Fasern, die auf einer tieferen Entwickelungsstufe verharren. Die Verdickungsschicht erzeugt sich entweder nicht, oder im sehr geringen Grade, und der körnige Inhalt bleibt in grösserer Menge zurück. Solche Fasern stechen von den normalen sehr ab. Der körnige Inhalt erhält sich übrigens, selbst in den ausgebildeten Fasern, bisweilen in reicherer Menge, und wird durch Färbung mit Jod anschaulicher. In Fig. XII, fig. 3 ist eine mit Jod behandelte, ausgebildete Faser von *G. barbadense* zu sehen. Im unteren Theile derselben, bei *p*, *p*, finden sich Andeutungen zum Zell- oder Primordialschlauche, indem sich die Körnermasse an einer Seite der Wandung mit einem Häutchen überzogen hat. Ein vollkommener Zellschlauch wird nicht erzeugt. Diese Andeutung einer Zellschlauchbildung fällt im Wesen mit jener zusammen, welche sich, mehr oder minder vollkommen, fast bei allen Pflanzen im Alter der Zelle und bei der Fäule zeigt, wo oft mehrere Generationen von Zellschläuchen auftreten.

Die Wand der ausgebildeten Baumwollfaser besteht, wie auf den früheren Entwickelungsstufen, aus reiner Cellulose, was die Reaction mit Jod und Schwefelsäure in dem bekannten Verhältnisse beweist[1]). In Fig. XIII ist eine mit diesen Stoffen behandelte Faser des *G. barbadense* dargestellt. Sie färbt sich, nach der Stärke der Einwirkung beider, mehr oder minder intensiv blau. In concentrirter Säure

[1]) Analysen der Baumwolle gaben nach *Mulder physiol. Chemie p. 435* und *Scheik. Onderz. III*, folgendes Resultat:

Baumwolle mit Alkohol ausgezogen:	Baumwolle, welche mit Jod und Schwefelsäure behandelt worden:	
C 44,91	*C* 44,30	44,46
H 6,40	*H* 6,20	6,19
O 48,69	*O* 49,50	49,34.

löst sich die Faser auf, und zwar schneller als die ausgebildete Flachsfaser. Bei Einwirkung diluirter Säure schwillt sie an, wird unregelmässig, knotig und bauchig, ohne sich zu färben. In gleichem Grade, als man eine stärkere Säure darauf einwirken lässt, kann man alle Übergänge von der geringen bis zur stärkeren Anschwellung und endlichen vollständigen Auflösung leicht beobachten.

Die secundäre Ablagerung an der Innenwand der Faser erscheint, auch bei guten Instrumenten, im natürlichen Zustande homogen, oder es lässt sich wenigstens keine deutliche Schichtung derselben wahrnehmen, in der Art, wie wir z. E. diese Schichtung bei der Flachs- oder Hanffaser beobachten. Setzt man aber die Fasern der Einwirkung von schwach diluirter Schwefelsäure aus, so schwellen sie an, und die Schichtung erscheint sehr deutlich. Solche, der Säureeinwirkung ausgesetzte Fasern sind in Fig. XIV dargestellt. In fig. 1 eine schwächer, in fig. 2 eine stärker von der Säure angegriffene Faser, welche an ihrem oberen Ende bereits aufgelöst ist. In fig. 1 bemerkt man bei *a* die ursprüngliche Membran der Faser, welche sich von der secundären Ablagerungschicht *b* losgetrennt hat. Die Ablagerung *b* erscheint an dem unteren Ende der Faser noch ohne Schichtung, an dem oberen Theile, wo die Säure stärker eingewirkt, aufgetrieben und aus zahlreichen sehr dünnen Schichten zusammengesetzt. Die Höhlung der Faser *c* ist bald verengert, bald erweitert, gewöhnlich abwechselnd enger und weiter; an den erweiterten Stellen finden sich oft Gasblasen *d*, durch die Säureeinwirkung erzeugt. An der Faser fig. 2, wo die Säure stärker eingewirkt, ist die Höhlung sehr verengert, so dass sie nur als dunkle Linie erscheint. Im unteren Theile bei *b* tritt die Schichtung hervor, weiter oben bei b' sind die Schichten schon in der Auflösung begriffen und erscheinen sehr zart punktirt, bei b^2 erreichen sie ihre völlige Auflösung. In der Höhlung bei *d* ist ebenfalls eine Gasblase sichtbar. Die kleinen, zugerundeten Räume der Höhlung erhalten bei höherer Einstellung des Mikroskopes einen röthlichen Anflug, was überhaupt bei ähnlichen, mit wässeriger Flüssigkeit erfüllten Räumen der Fall ist. Noch muss bemerkt werden, dass die Einschnürungen, welche die stellenweise bauchige Anschwellung der Faser veranlasst, bei oberflächlicher Betrachtung für wirkliche, fadenförmige Ringe angesehen werden könnten, oder eine Reihe derselben für das Ergebniss einer, das Baumwollhaar umschlingenden Spiralfaser. In der Wirklichkeit aber finden sich keine derartigen Gebilde vor. Die Einschnürungen erscheinen wohl als dunkle, umlaufende, ringförmige Linien, aber ring- oder spiralförmige Fasern sind an ihrer Stelle nicht vorhanden.

Wenn man die mit Jod getränkte Faser mit stärkerer Schwefelsäure behandelt, wodurch nach eingetretener Bläuung die Auflockerung und Auflösung der Faser erfolgt, so lässt sich, nebst der Schichtung der Wand, auch die Beschaffenheit des festen Inhaltes der Faser deutlich erkennen. In Fig. XV ist eine Faser, welche mit Jod und überschüssiger Säure behandelt wurde, dargestellt. Der untere Theil ist von der Einwirkung der Säure verschont geblieben und im unversehrten Zustande, bei *b* ist die secundäre Ablagerung, bei *c* die Höhlung der Faser. Der obere Theil, auf den die Säure stärker eingewirkt, zeigt bei *a* die ursprüngliche Membran, welche sich von der secundären Ablagerung *b* losgetrennt hat. Bei b' bemerkt man die beginnende Sonderung der äussersten Schichte der secundären Ablagerung von den übrigen, noch enge zu einem homogenen Ganzen verbundenen Schichten. In Fig. XVI eine der Säureeinwirkung viel stärker ausgesetzte Faser. Die primäre Membran ist vollständig aufgelöst, ebenso der ganze untere Theil der Zellwand mit sammt der Ablagerung. Am obern Theile haben sich Reste, welche in der Auflösung begriffen sind, erhalten, und in der wolkenartigen, verwischten Schichtung derselben sind die Schichten der secundären Ablagerung angedeutet, *b*. Im Innern dieser Schichten bei *p*, an der Stelle der früheren Höhlung, befindet sich der Zellschlauch, welcher in Folge der braunen Färbung durch Jod deutlich wird. Dieser Zellschlauch ist sehr unvollkommen, oft unterbrochen und löcherig, wie bei p', und enthält die Reste des aus der Entwickelung zurückgebliebenen, proteinhaltigen, körnigen Inhaltes. Er entsteht in der ausgebildeten Faser durch Coagulirung um die Körnerreste. Er ist den Andeutungen von Zellschläuchen, welche wir in Fig. VII, fig. 2 und XII, fig. 3 gesehen haben, gleichzusetzen, und im Ganzen unwesentlich. Man kann auch von der Bildung einzelner Hautstücke, wie sie in Fig. VII, fig. 2

abgebildet wurden, zu einem röhrigen Schlauche, wie der vorstehende, alle Übergänge finden, so dass man schon hieraus auf die geringe Bedeutung dieses Schlauches schliessen müsste, auch wenn ähnliche Erfahrungen bei andern Pflanzen nicht vorlägen.

Wenn wir einen historischen Rückblick auf die Kenntnisse über die Structur der Baumwollfaser werfen, so treffen wir beinahe dasselbe Verhältniss, wie bei der Flachsfaser. Die meisten Untersucher des Flachses haben auch zugleich die Baumwolle mit in ihr Bereich gezogen. Leuwenhoek war der Erste, welcher die Baumwollfaser mikroskopisch prüfte, und schon ihm entging der Unterschied derselben von der Flachsfaser, welcher sich durch die Windungen und plattgedrückten Glieder äussert, nicht. Franz Bauer[1]) hat zugleich mit der Untersuchung über die Flachsfaser, solche über die Baumwolle gepflogen, und die Unterschiede beider gut erkannt. So blieb auch hier nur die Entwickelungsgeschichte und darauf gestützt eine detaillirtere Betrachtung des Baues zu machen übrig, welche ich im Vorstehenden vorgenommen habe.

Von den Structurverhältnissen der ausgebildeten Baumwollfaser, wie sie im Vorstehenden angegeben sind, weicht die Darstellung, welche Hartig[2]) neuerlich gegeben hat, wesentlich ab. Sie geht zumeist aus dem Streben dieses emsigen Forschers hervor, auch hier die Erscheinungen auf seine unhaltbare und mehrfach widerlegte Theorie der Astathe, Ptychode und Ptychoide zurückzuführen. Dann mag sie auch aus der Gewohnheit desselben, mikroskopische Objecte körperlich darzustellen entspringen, eine Methode, die in vielen Fällen zu Selbsttäuschungen führt, und den Gebrauch solcher Darstellungen erschwert, weil sie nie den Vortheil gewähren, den eine richtige, durchsichtige, mikroskopische Flächenzeichnung für das Verständniss und die Enträthselung zweifelhafter, mikroskopischer Gebilde besitzt. Die von Hartig als äusserste benannte Haut der Baumwollfaser (*a* in seinen Abbildungen) ist die ursprüngliche Membran, der Astathekörper (*c*) ist die secundäre Ablagerungsschicht, der Ptychodenschlauch (*d*) der Zellschlauch. Die Membran, welche nach Hartig unter der äusseren Haut liegen, und bei Behandlung mit diluirter Salpetersäure spiralig oder ringförmig gefaltet sein soll, fehlt, die wirklich vorhandenen, meist ringförmigen Falten werden von der ursprünglichen Membran selbst gebildet. Zum Theil scheint Hartig auch die äusserste, sich stärker erhebende Schichte der secundären Verdickung für eine besondere Membran angesehen zu haben. Spiral- und Ringfalten, wie er sie zeichnet (Fig. 3 — 7 seines Buches) kommen nicht vor. Die Ansicht, dass die secundäre Ablagerung aus einem dicken Bande bestehe, welches in spiraligen Windungen um den inneren Zellraum gelagert sei, ist gänzlich unrichtig und auf den ersten Blick zu widerlegen. Eben so unrichtig ist die Angabe, dass die Ablagerung (Astatheband Hartig's) aus lauter feinen Fasern bestehe. Diese Ansicht wurde zweifelsohne durch das oft verworrene und gekreuzt-gestreifte Aussehen der Ablagerung in den mit Säure behandelten Fasern hervorgerufen. Dieses Aussehen hat aber lediglich in der Drehung und Zerrung der Faser seinen Grund, wodurch die, im ungedrehten Zustande parallel verlaufenden Schichten sich kreuzen, und demgemäss auch ihre Grenzlinien gekreuzt erscheinen müssen.

II. Über die Güte und Brauchbarkeit der Baumwollfaser, als abhängig von ihrem Baue.

Über die technische Brauchbarkeit der verschiedenen Baumwollsorten gibt die Erfahrung allerdings den besten Aufschluss, und man war durch langjährige praktische Beobachtungen im Stande, darüber zu entscheiden. In dem Folgenden will ich versuchen, diesen Erfahrungen eine wissenschaftliche, anatomische Grundlage zu geben.

Die rohe, käufliche Baumwollfaser ist im Allgemeinen, vorausgesetzt, dass sie nicht vor oder nach der Ernte durch Elementarunfälle, schlechte Gewinnungsart etc. in der Qualität gelitten, ganz wie die ausgebildete

---

[1]) A. o. a. O.

[2]) Untersuchungen über die explosive Baumwolle. Braunschweig 1847.

normale Faser des reifen Samens beschaffen, nur sind ihre Windungen gewöhnlich viel zahlreicher. Die Unterschiede der Sorten gründen sich: 1. auf die Länge der Faser, 2. die Dicke, 3. die Festigkeit, Zähigkeit und Dauerhaftigkeit, 4. die Weichheit, 5. den Grad der Gewundenheit, 6. die Farbe und den Glanz. Alle diese Eigenschaften sind mitunter an derselben Sorte Abweichungen unterworfen.

Die strauchigen und baumartigen Baumwollpflanzen besitzen längere Fasern, als die krautigen. Die Dicke ist wandelbar. Wie oben bemerkt, sind die Haare am Grunde am weitesten und verengen sich nach oben allmählich. Es ist daher bei Untersuchungen der Dicke mittelst des Mikroskopes zu beachten, an welcher Stelle des Haares die Messung angestellt wird. Nur auf diese Art ist einige Genauigkeit möglich. Nimmt man einen Büschel gewöhnlicher, käuflicher Baumwolle zur mikroskopischen Ansicht, so sieht man, des verworrenen Zustandes der Fasern halber, diese immer von verschiedener Dicke neben einander. Meistentheils sind die Fasern der amerikanischen und ostindischen Baumwolle, besonders die von *G. barbadense* etwas dicker als die übrigen. Doch finden sich auch bei diesen oft genug Fasern, die jenen des *G. barbadense* im Durchmesser gleichkommen. Die dicksten Fasern erreichen den Durchmesser von 0,0020—0,0026 P. Z.

Die Festigkeit, Zähigkeit und Dauerhaftigkeit der Faser, hängt an und für sich von der Derbheit der Wandungen, im verarbeiteten Zustande, als Gewebe, aber auch noch von ihrer Länge ab. In ersterer Beziehung sind die Fasern von *G. herbaceum* entschieden vorzuziehen, indem sie in Folge der dickeren secundären Ablagerung eine grössere Zähigkeit besitzen, wie sich aus der Ansicht der Faser Fig. VIII, im Verhältniss zu jener des *G. barbadense*, Fig. IX, X, ergibt. Man findet wohl immer in Proben beider Sorten eine namhafte Anzahl von Fasern mit Wandungen von gleicher Dicke, die Mehrzahl aber zeigt die eben ausgesprochene Verschiedenheit. Hieraus geht hervor, dass sich die Faser von *G. herbaceum*, wenn selbe zugleich von entsprechender Länge ist, zur Verfertigung dauerhafter Gespinnste und Gewebe besser eignen müsse, als die Faser von *G. barbadense* und andern Arten.

Der Grad der Weichheit und Schmiegsamkeit hängt zunächst von der Beschaffenheit der secundären Ablagerung ab. Je dicker diese, desto steifer und spröder ist auch die Faser. Die Wollhaare von *G. barbadense*, mit dünneren Wänden, sind desshalb auch weicher, seidenartiger, als jene von *G. herbaceum*, und zur Verfertigung weicher und zarter Gewebe vorzuziehen. Übrigens findet man in allen Baumwollsorten einzelne steifere und sprödere Fasern mit dickeren Wänden, und wieder andere ungemein weiche und nachgiebige, welche noch die ursprüngliche unverdickte Zellwand besitzen. Solche Fasern, welche in Fig. XII, fig. 2 von *G. barbadense* dargestellt sind, kommen nicht selten vor, und müssen, wie schon früher bemerkt wurde, als tiefere Entwickelungsstufe angesehen werden.

Die Drehung und Windung der Faser wird durch die Austrocknung des flüssigen Inhaltes bedingt, und erfolgt hauptsächlich bei Entwirrung der Haardecke des Samens. Sie ist um so stärker, je dünner die Wand und je grösser das Lumen der Faser ist. Daher auch die Drehung bei *G. barbadense* stärker als bei *G. herbaceum*. Fasern mit dünnen, der ganzen Länge nach gleichmässigen Wandungen drehen sich am stärksten, dickwandige nur unbedeutend oder gar nicht. Die Windungen verlaufen schraubenförmig in derselben Richtung, oder sie springen hier und da in die entgegengesetzte Richtung um. Letzteres scheint hauptsächlich durch die Lage der Faser während des Austrocknens bedingt zu sein.

Die Farbe und der Glanz hängt von der Färbung der Wand und des Inhaltes ab. Nächstdem wird der Glanz durch die eigenthümliche, festere, derbere und glattere Beschaffenheit der Aussenwand hervorgebracht. Die Ansicht, die nichts desto weniger in den besten technischen Werken als Factum angeführt wird, ist ganz irrig, dass der Glanz der Faser von einem besonderen Firnisse der Oberfläche herrühre. Das Baumwollhaar glänzt wie das Menschenhaar, ohne desshalb gefirnisst zu sein. Die in den meisten Fällen ungefärbte Wand verleiht der Faser ihr weisses Aussehen. Doch wird dasselbe, durch Reste des körnigen Inhaltes, welche aus der Entwickelungsperiode stammen und durchscheinen, beeinträchtigt. Je häufiger und graulich-grüner diese Inhaltsreste sind, desto matter und schmutziger erscheint auch die Faser. Die Bleiche benimmt ihr diesen farbigen Anflug und stellt sie weiss und glänzend dar.

Die geringere Dauerhaftigkeit der Baumwollzeuge im Verhältniss zu Linnen beruht auf der ungleichen Dicke, Dünnwandigkeit, hauptsächlich aber auf der Kräuselung und Windung der Faser. Die Flachsfasern sind vermöge ihrer Derbheit und Dickwandigkeit, welche sich bis zum völligen Verschwinden der Höhlung erstreckt, noch mehr aber wegen ihrer walzenförmigen Gestalt, Glätte und Schmiegsamkeit ungleich besser geeignet zähe und dauerhafte Dräthe zu bilden.

III. Veränderungen der Baumwollfaser bei ihrer Verarbeitung.

Die Veränderungen, denen die Baumwollfaser bei der Verarbeitung zu Gespinnsten und Geweben aller Art unterliegt, sind fast nur mechanisch, und ähnlich jenen, die wir an der Flachsfaser kennen gelernt haben. Sehr oft ist nur eine geringe oder keine mechanische Veränderung bemerkbar. Bei dem Verspinnen wird die Faser oft gekniet, gefaltet, gezerrt und stellenweise eingerissen, doch hat alles dies auf das äussere Ansehen nur geringen Einfluss. Ebenso bringt das Weben und Appretiren der Baumwollzeuge, wenn man die geringe Zerrung, Drehung und Quetschung mancher Fasern abrechnet, keine weitere, mechanische oder chemische Umänderung hervor. Auch die Bleiche der Baumwollstoffe, sowohl die Rasenbleiche, als Chlorbleiche, bringt keine entschiedene, chemische Veränderung in der Weise hervor, dass der constituirende Bestandtheil der Baumwollfaser, die Cellulose in ihrer Zusammensetzung alterirt würde, noch weniger aber eine mechanische Veränderung der Faser. Auf den ersten Blick scheint das Gesagte freilich nicht so, wenn man bedenkt, dass die Bleiche theilweise auf einer chemischen Operation beruht. Die Einwirkungen der Rasenbleiche bestehen in einer Veränderung der Oberfläche, der Art, dass sowohl aller Schmutz und die anklebenden Farbstoffe entfernt werden, als auch, dass die glänzende Oberfläche, der sogenannte Firniss des Baumwollhaares (der aber, wie früher bemerkt wurde, als solcher Stoff nicht wirklich existirt) eine matte Beschaffenheit erhält. Durch die stattfindende, langsame Gährung bei der Rasenbleiche wird die Substanz der Faser selbst gelockert, der etwa vorhandene Inhalt derselben zerstört, ohne dass jedoch die Einwirkung so stark wäre, dass die Cellulose der Faser zersetzt würde. Man kann diesen Stoff in der gebleichten Faser eben so wohl darstellen, wie in der rohen, ungebleichten. Die Chlorbleiche erreicht denselben Zweck. Dabei findet überdies eine chlorige Infiltration der Faser Statt, in gleicher Weise, wie es bei chlorgebleichten Leinwanden und Papieren vorkommt und oben angegeben wurde. Doch vermag auch diese Infiltration nicht die Cellulose chemisch so zu verändern, dass sie sich, nach Auswaschen der Chlorreste nicht in voller Reinheit darstellen liesse.

Ebenso wenig äussert das Färben mit organischen oder anorganischen Pigmenten einen wesentlichen Einfluss. Zum Belege dienen die Kattunfasern, Fig. XVII, in fig. 2, 3 ungefärbte, in fig. 1, 4 gefärbte; beide im trockenen Zustande dargestellt. In fig. 3 bemerkt man an der Oberfläche Staubtheilchen, welche das Schmutzigwerden der Zeuge veranlassen. In Fig. XVIII sind verschieden gefärbte Kattunfasern im befeuchteten Zustande dargestellt, wodurch sie anschwellen und ihr Bau besser erkenntlich wird. Durch Vergleichung mit den vorangehenden Abbildnngen der Normalfaser ergibt sich, dass die gefärbte Faser, kleine Risse und Falten abgerechnet, keine sonstige Veränderung erleide. Alle Arten von Baumwollgespinnsten und Geweben, so wie auch die Baumwolle in gemischten Linnenerzeugnissen verhalten sich hierin ganz gleich.

Die Intensität, womit die Baumwollfaser Farbstoffe aufnimmt, ist verschieden. Meistentheils findet man Fasern in verschiedener Stärke von dem Farbstoffe durchdrungen, so dass einzelne oft sehr dunkel gefärbt erscheinen, während andere kaum einen zarten Anflug besitzen. Diese Verschiedenheit in der Aufnahme des Farbstoffes erklärt sich aus der Structur der Faser und den vorangegangenen, mechanischen Veränderungen. Um eine vollkommene, intensive und dauerhafte Färbung zu erhalten, muss der Farbestoff, nach Erforderniss mit oder ohne Beizmittel, sowohl in das Innere der Faser aufgenommen und an die Wände abgesetzt, als auch die secundären Ablagerungsschichten von demselben durchdrungen werden. Die Faser färbt sich um desto dunkler, je mehr sich der Farbstoff in der Höhlung angesammelt hat, und um

desto dauerhafter, je mehr die secundäre Ablagerung von demselben durchdrungen ist. So ist in Fig. XVIII, fig. 3, die Faser durch die Ansammlung des Farbstoffes in der Höhlung dunkler gefärbt, als die übrigen.

Die Beizmittel, welche man in der Färberei anwendet, bringen in der Faser keinerlei Veränderung hervor. Ihre Wirksamkeit besteht darin, dass die Lösung die Fasersubstanz durchdringt, dort zurückbleibt, und durch die Verwandtschaft zum Farbstoffe, den sie festhält, eine dauerhafte Färbung vermittelt. Doch geht das Beizmittel keine chemische Verbindung mit der Faser ein, durch welche sie eine besondere Verwandtschaft zum Farbstoffe erhielte. Davon überzeugt man sich bei Behandlung der gebeizten und gefärbten Faser mit Jod und Schwefelsäure. Die Substanz der Faser zeigt sich unverändert als Cellulose. Die Wirkung der Beizmittel kann daher nur in Bezug auf die Farbe, nicht aber auch zugleich in Bezug auf die Fasersubstanz als chemisch angesehen werden. Die heutige Ansicht, über die Imprägnirung der Faser mit Farbstoffen, wonach die Vereinigung des Pigmentes mit der Faser nicht bloss auf einer Adhäsion und Haarröhrchenwirkung, sondern auf wahrhaft chemischer Verwandtschaft beruht, gewinnt immer mehr Boden. Ohne auf eine nähere Erörterung des Gegenstandes eingehen zu können, weil die Kenntnisse über die chemischen Verhältnisse der Farbstoffe überhaupt erst in der Entwickelung sind, genügt es die Thatsache anzuführen, dass die dauerhaftest gefärbte Faser, doch ebenso reine Cellulose besitzt, wie die rohe, ungefärbte Faser, daher keine chemische Veränderung des Grundstoffes der Faser durch das imprägnirte Pigment oder das Beizmittel hervorgebracht wurde.

Das Beizmittel wird im gelösten Zustande mit Leichtigkeit in die Schichten der secundären Ablagerung aufgenommen und infiltrirt. Die Dauerhaftigkeit der Farbe steht mit der Innigkeit dieser Aufnahme im gleichen Verhältnisse. In dieser Beziehung wären mikroskopische Untersuchungen für das Verhalten verschiedener Farbstoffe, mit und ohne Verbindung von Beizmitteln, von Interesse. Wie es scheint würde durch derlei Untersuchungen der rationelle Betrieb der Baumwollfärberei, eine so hohe Stufe er auch erreicht hat, nur gewinnen können.

Die Aufnahme des Farbstoffes in die Höhlung der Faser geschieht auf drei Wegen. Einmal durch die untere Öffnung der Faser, welche beim Losreissen vom Samen sich gebildet, dann durch die Risse der Faser, welche bei der Verarbeitung etwa entstanden, und durch die unverletzte Oberfläche selbst. Je weiter die untere Öffnung ist, je weniger sie durch Falten, Windungen, oder vorgelagerte fremde Stoffe verschlossen wird, je mehr Risse sich gebildet, desto schneller und leichter erfolgt auch die Aufnahme des Farbstoffes in die Höhlung der Faser. Die Schleimkörner, welche aus früherer Entwickelungsperiode in der ausgebildeten Faser zurückgeblieben sind, treten nach der Aufnahme des Farbstoffes deutlicher hervor. Je weniger der Farbstoff das Innere durchdrungen und nur oberflächlich sich abgelagert hat, je schwächer das Beizmittel ist, um desto leichter büsst auch die Faser den Farbstoff beim Waschen ein.

Bei der Papierbereitung wird die Baumwollfaser in gleicher Weise verändert, wie wir dies an der Flachsfaser gesehen, sie wird zerfranst, zerstückt und zermalmt, die chemische Qualität bleibt unverändert. Hierbei laufen, wie beim Linnenpapier, längere, weniger zerstörte Faserstücke unter. Bei der Färbung des Papieres nehmen die Faserfragmente den Farbstoff auf dieselbe Weise an, wie ungetheilte Fasern, nur dass hier seine Ablagerung, wegen der grösseren Anzahl von Berührungspunkten, noch leichter erfolgt.

Die Veränderungen, welche die Baumwolle bei ihrer Umwandlung in Schiessbaumwolle oder Fulmin erleidet, sind rein chemisch. Über diesen Gegenstand, welcher in neuester Zeit, wegen der geringeren Brauchbarkeit des Fulmins vor dem Schiesspulver, an Interesse verloren, verweise ich die Leser auf die oben angeführte Schrift Hartig's.

IV. Unterscheidungsmerkmale der rohen und verarbeiteten Baumwoll- und Flachsfaser.

Die Kenntniss der Unterschiede der Baumwoll- und Flachsfaser im rohen und verarbeiteten Zutande ist ein Gegenstand von nicht geringer, praktischer Wichtigkeit. Es wird schon durch die, seit länger bekannte, chemische Beschaffenheit der Baumwoll- und Flachsfaser, welche beide aus Cellulose bestehen,

angedeutet, dass man wahrscheinlich auf ein absolutes, unter allen Verhältnissen zuverlässiges und leicht wahrnehmbares, chemisches Merkmal zur Unterscheidung beider Fasern werde verzichten müssen, insbesondere in dem Zustande, wo sie zu Geweben verarbeitet sind. Der Erfolg hat dies auch bewiesen. Man war nicht so glücklich, ein sicheres, leicht wahrnehmbares und überall brauchbares Unterscheidungsmerkmal aufzufinden. Das von Böttger[1]) empfohlene Mittel, die Zeuge auf ihren Baumwollgehalt mit Ätzkali zu prüfen, erweist sich, wie C. H. Binder[2]) richtig bemerkt, in jenen Fällen als brauchbar, wo der Faden der Kette aus Flachs und der Schuss aus Baumwolle besteht, aber wenig brauchbar in jenen Fällen, wo Kette und Schuss Baumwolle enthalten. Derselbe bemerkt schon, dass die mikroskopische Untersuchung der einzige Weg zu sein scheine, um zu einem bestimmten Resultate zu kommen, und spricht sich für die vom Carlsruher Gewerbsvereine bekannt gegebene Methode aus. Diese besteht darin, dass man den zu prüfenden Linnenstoff, nachdem er von seiner Appretur befreit worden, in einer Glasröhre über einer Weingeistflamme so lange erhitzt, bis er strohfarben erscheint. Bei der mikroskopischen Untersuchung lassen sich dann die gestreckten, glänzenden Fasern des Flachses, von den gekräuselten der Baumwolle leicht unterscheiden.

Diese letztere Methode, lässt sich zur Unterscheidung von beiderlei Fasern in den meisten Fällen allerdings mit gutem Erfolge anwenden, aber sie ist weniger praktisch, weil man nebst dem Mikroskope noch der Lampe hierzu bedarf, und die Entfernung der Appretur immer einigen Aufenthalt verursacht, man daher in Fällen, wo es sich um eine schnelle Beurtheilung einer Probe handelt, wie auf Märkten, Messen etc. dieselbe nicht wohl in Anwendung bringen kann. Ein gleich sicherer Erfolg lässt sich, wie wir unten sehen werden, durch eine blosse Prüfung mit der Loupe erreichen.

Später hat Apotheker Kindt[3]) ein Verfahren veröffentlicht, wodurch man beiderlei Fasern leicht unterscheiden, und den Gehalt an Baumwolle in Linnenzeugen sicher ermitteln könne. Er äussert sich darüber folgendermassen: „Bei meinen Versuchen über Schiessbaumwolle, Flachs etc. hatte ich die Bemerkung gemacht, dass diese beiden Substanzen sich gegen die concentrirten Säuren etwas verschieden verhalten, und obgleich es lange bekannt ist, dass concentrirte Schwefelsäure alle Pflanzenfaser in Gummi, und durch längere Einwirkung in Zucker verwandelt, so sah ich Baumwolle doch schneller von der Säure verwandelt werden, als Flachs. Concentrirte Schwefelsäure ist mithin das Mittel, durch welches man aus mit Baumwolle gemengter Leinwand jene entfernen kann, und folgendes Verfahren führt zur Erreichung dieses Zweckes. Das zu prüfende Gewebe muss durch wiederholtes Auswachsen mit warmem Regen- oder Flusswasser, längere Zeit fortgesetztes Kochen und nachheriges Ausspülen im genannten Wasser, von aller Appretur möglichst befreit werden, und ich bemerke ausdrücklich, dass eine gänzliche Entfernung derselben zum Gelingen des Versuches durchaus nothwendig ist. Nachdem es dann gut getrocknet worden, taucht man die Probe etwa bis zur Hälfte in gewöhnliches, englisches Vitriol, und hält sie nach der Stärke des Gewebes etwa eine halbe bis zwei Minuten darin. Man sieht die Probe, so weit sie eingetaucht worden, durchscheinend werden. Sie wird darauf unter Wasser gelegt, dies löst die aus der Baumwolle erzeugte, gummiartige Masse auf, durch vorsichtiges, gelindes Reiben mit den Fingern kann man diese Auflösung noch befördern. Da aber selbst durch wiederholtes Waschen im frischen Wasser nicht leicht alle Säure weggeschafft wird, so thut man gut, die Probe einige Zeit in Salmiakgeist zu legen (gereinigte Pottasche oder Soda im Wasser aufgelöst bewirken dasselbe), und dann nochmals mit Wasser auszuwaschen. Nachdem sie durch gelindes Pressen zwischen Druckpapier, von dem grössten Theile der Feuchtigkeit befreit worden, so trocknet man sie. War Baumwolle vorhanden, so fehlen nun die Baumwollfäden in dem Gewebe, so weit es in Säure getaucht worden war, und durch Zählen der Fäden beider Probetheile lässt sich der Gehalt schätzen.” „Hat man die Probe zu lange in der

[1]) Dingl. polytechn. Journ., Bd. XC, p. 362.

[2]) Allg. Zeitung für Nation. Industr., 1844, Nr. 67.

[3]) Weserzeitung, 1846, 7. Nov. — Berlin. Nachrichten, 1846, Nr. 257. — Botan. Zeit. 1846, Nr. 51. — Poggend. Annalen, 1847, Nr. 1. — Zeitschrift des Gewerbewes. 1847, Nr. 1. u. a. Journ.

Schwefelsäure liegen lassen, so werden auch die Leinfäden mürbe oder ganz zerfressen. Blieb sie nicht lange darin, so ist nur etwas von den Baumwollfäden abgebeizt. Man muss, wenn man dieselbe Probe brauchbar machen will, sie abwaschen, trocknen und das Eintauchen in Säure wiederholen."

Diese von Kindt empfohlene Methode, der man eine entschiedene praktische Brauchbarkeit zugestehen muss, möchte jedoch, wie man sich durch mehrfache Versuche überzeugen kann, nicht immer völlig ausreichen, und zwar aus folgenden Gründen: 1. Weil die Schwefelsäure nach dem Grade ihrer Stärke zwar verschieden, aber dennoch ganz entschieden beiderlei Fasern angreift, weil beide eine gleiche Zusammensetzung haben. Diesen Übelstand hat der Entdecker auch nicht verhehlt, wie aus den oben angeführten Worten hervorgeht. 2. Weil sowohl die Flachs- als Baumwollfaser von verschiedener Güte sind, und in verschiedener Beschaffenheit in demselben Gespinnste oder Gewebe vorkommen, demnach verschieden und ungleich angegriffen werden, so dass einzelne dünnerwandige Flachsfasern sich aufzulösen beginnen, während derbere Baumwollfasern weniger gelitten haben. 3. Weil es sich oft um die genaueste, procentliche Bestimmung von Flachs und Baumwolle handelt. 4. Weil man sehr kleine Beimengungen von Baumwolle auf diese Art nicht zu entdecken im Stande ist. In wie weit diese Methode mit Erfolg anwendbar sei, werden wir unten sehen.

Vincent[1]) fand bei Behandlung verschiedener Fasergewebe mit chemischen Stoffen ein Mittel, wodurch Flachs- und Baumwollfasern zu unterscheiden sind. Taucht man nämlich Gewebe gemischter Beschaffenheit in eine gesättigte Chlorlösung, nimmt sie nach einer Minute heraus, und behandelt sie mit Ammoniak im Überschusse, so wird die Flachsfaser dunkler braun als die Baumwollfaser, welche nur schwach gefärbt erscheint[2]).

Die mikroskopische Untersuchung behufs einer sicheren Unterscheidung und beiläufigen procentlichen Schätzung von Flachs und Baumwolle in gemischten Geweben ist schon seit einer Reihe von Jahren hier und da mit grösserem oder geringerem Erfolge angewendet worden, obgleich nicht allgemein und praktisch geworden. Schon Franz Bauer[3]) war im Stande Flachs- und Baumwollfasern in gemischten Zeugen mit dem besten Erfolge durch das Mikroskop zu unterscheiden. Nach ihm haben Dujardin, Kützing, Vincent, Schleiden u. A. die Unterscheidbarkeit oft genug hervorgehoben. Ich halte diese Methode, obgleich sie anfänglich für den Ungeübten allerdings weniger ansprechend ist, dennoch für die verlässlichste. Allein um praktisch zu werden, muss eine Tabelle die Unterschiede beider Fasern angeben, dass auch der Ungeübte sich nicht irren kann. Man verfährt nach dieser Methode auf folgende Art: Die Fäden des zu prüfenden Fabrikates werden, falls sie Appretur erhalten haben, von derselben durch Waschen im warmen Wasser befreit und von einander getrennt. Ist keine Appretur vorhanden, so werden sie, ohne sonstige Vorbereitung, gelockert und diejenigen, die man prüfen will, ausgewählt. Hierauf schneidet man ein Stück des Fadens von der Länge mehrerer Linien ab, und bringt ihn, mit Wasser befeuchtet, unter das Mikroskop, am besten mit einem Glasplättchen bedeckt. Die Baumwoll- und Flachsfasern wird man dann auf den ersten Blick unterscheiden, wenn man die in der Schlusstabelle zusammengestellten Merkmale beider vergleicht. Wenn man in gemischten Geweben Dräthe von verschiedenen Stellen auswählt, überzeugt man sich leicht, wo und wie viel Baumwoll- oder Flachsfasern vorhanden sind. Hat man einigemal die Untersuchung auf diese Art gemacht und einen sicheren Blick gewonnen, so ist später selbst die Herausnahme und Untersuchung einzelner Dräthe bei Geweben nicht mehr nöthig, sondern man kann bei geringer

---

[1]) Compt. rend. hebd. Novemb. 1849.

[2]) Die Bemerkung Vincent's, dass die Bastfasern der *Lagetta funifera* (Daphne Lagetto) durch wässerige Jodlösung blau gefärbt werden, fand ich nicht bestätiget. Ich untersuchte sie unmittelbar an trockenen Stämmen, von welchen das kais. botanische Museum hierorts Exemplare besitzt, die von der österreichischen Expedition nach Brasilien herrühren. Die Fasern dieser Pflanze werden durch solche Jodlösung gelbbraun, wie andere Bastfasern. Vielleicht waren die von Vincent zum Versuche benützten Fasern durch anklebende Stärke verunreinigt, und erschienen dadurch dem blossen Auge in blauer Farbe?

[3]) A. o. a. O.

Vergrösserung unter dem Glase ganze Stückchen des Gewebes, nach vorangegangener, starker Auflockerung, schnell überblicken und durch Zählung genau bestimmen, wo und wie viel Baumwolle- und Flachsfäden vorhanden sind. Diese Methode reicht für alle Zukunft aus, selbst für den Fall, dass die einzelnen Fäden in Gespinnsten und Geweben in einer beliebigen und fixen procentlichen Zusammensetzung bereitet würden. Man kann dann, durch Zählung der Fasern eines Fadens unter dem Glase, auf das Bestimmteste seine procentliche Zusammensetzung ermitteln, und auf diese Art kleine Beimengungen der Baumwolle entdecken, welche keine andere Methode nachzuweisen im Stande ist.

Da die qualitative und quantitative Bestimmung auf diese Art schnell und sicher, ohne besondere Vorbereitung, selbst schon mit einem guten Taschenmikroskope gemacht werden kann, da man die geringste Beimischung von Baumwolle zu entdecken im Stande ist, so dürfte sich diese Methode in allen Fällen bewähren, wo es sich um schnelle Prüfung und genaue procentliche Schätzung handelt, und von der Kindt'schen Anwendung finden, welche immer Vorbereitung erheischt und nur annähernde, quantitative Bestimmung gestattet. Doch wird letztere Methode ihren Werth in allen Fällen beibehalten, wo kein Vergrösserungsglas zu Gebote steht, und es sich nur überhaupt darum handelt, zu bestimmen, ob eine grössere Menge Baumwolle in einem Linnenzeuge vorhanden sei.

In Fällen, wo es sich bloss um eine qualitative Bestimmung und ungefähre quantitative Schätzung des Baumwollgehaltes in Linnenstoffen handelt, kann man mit einer starken Loupe ausreichen. Man nimmt einige Fäden des Stoffes, entwirrt die Fasern, befeuchtet sie, und trocknet sie hierauf schnell, am besten auf einer Glastafel über einer Weingeistflamme. Dann bringt man sie unter die Loupe. Je weniger Wasser sie zurückbehalten haben, desto besser. Unter der Loupe stellen sich die Flachsfasern gestreckt, glänzend und ohne Spur von Drehung dar, die Baumwollfasern erscheinen gekräuselt und bei scharfer Betrachtung wie gegliedert oder gezähnt. Bei einiger Übung lassen sich beiderlei Fasern mit Sicherheit unterscheiden.

Die in der Schlusstabelle angegebenen vier ersten Unterscheidungsmerkmale der Flachs- und Baumwollfaser sind die beständigsten und auffallendsten. Zur Unterscheidung beider Fasern im rohen und verarbeiteten Zustande reichen aber die drei ersten Merkmale aus. Nur selten findet man Baumwollfasern, welche sich schwieriger unterscheiden lassen. Sie sind ungedreht, und haben dickere Wände als gewöhnlich, so dass sie sich hierin den Flachsfasern nähern. Meistentheils stammen sie von *G. herbaceum.* In diesen Fällen müssen die übrigen Merkmale verglichen und die Fasern auf längere Strecken untersucht werden, wo sich dann herausstellt, dass die Verdickung nur stellenweise eine stärkere ist, was bei der Flachsfaser in dieser Art nicht vorkommt. In Fig. XIX ist eine derartige Baumwollfaser abgebildet. Solche Fasern haben übrigens bei einer Prüfung gar keinen Einfluss, weil sie immer sehr vereinzelt vorkommen.

Die Flachs- und Baumwollfasern lassen sich auch in Papieren, welche aus gemischten Linnenzeugen bereitet wurden, durch die angegebenen Merkmale leicht unterscheiden. So ist in der Substanz des gerötheten Lackmuspapieres Taf. LIV, Fig. XLIII, bei *y* eine Baumwollfaser zwischen den Flachsfasern zu erkennen, ebenso in der Substanz des gemeinen, grauen Löschpapieres Fig. XLIV, bei *y*. Hier sticht die Baumwollfaser durch ihre Windungen, Beschaffenheit der Wand und Höhlung ebenso von den Flachsfasern ab, als von den Schafwollhaaren h, h^1.

Um die in der Tabelle angeführten Unterschiede der Flachs- und Baumwollfasern zu erläutern, sind auf Taf. LIX, Fig. XIX beide vermischt abgebildet, wie sie aus einem gemischten Zeuge genommen wurden. Bei a, a^1, a^2, Flachsfasern; bei b, b^1, Baumwollfasern. Die Unterschiede beider sind auffallend und treten durch die Färbung noch mehr hervor.

Tabelle zur Unterscheidung der Flachs- und Baumwollfasern in Fabricaten aller Art.

Merkmale der Flachsfaser.		Merkmale der Baumwollfaser.
	a. Ungefärbte Faser.	
Ungewunden, gerade und gestreckt. Bei schwacher Vergrösserung walzlich, haarförmig erscheinend. Der Hitze ausgesetzt gestreckt, ungekräuselt.	1.	Mehr oder minder, oft sehr stark gewunden und schraubenförmig gedreht. Bei schwacher Vergrösserung wie gegliedert oder gezähnt erscheinend. Der Hitze ausgesetzt gewunden und gekräuselt.
Wand sehr dick, Höhlung daher enge, linien- oder fadenförmig, häufig fehlend.	2.	Wand dünn, Höhlung weit, bandförmig.
Cylindrisch oder der cylindrischen Form sich nährend.	3.	Mehr oder minder plattgedrückt, vornehmlich in der Nähe der Windungen.
Wand zart parallel der Länge nach gestreift, als Andeutung der Schichten aus denen sie besteht.	4.	Wand ohne Längsstreifen und Andeutung von Schichten.
Wand im Innern oft mit zarten, horizontalen Querstreifen.	5.	Wand im Innern ohne Querstreifen.
Oberfläche oft zart parallel gestreift.	6.	Oberfläche ungestreift.
Höhlung (wenn sie vorhanden) ohne deutliche Körnchen, ohne Punkte und Linien.	7.	Höhlung mit zarten ungleichen Körnchen, Pünktchen, und Linien.
Wand (wenn eine Höhlung vorhanden) gleichdick, innere Grenzlinie parallel.	8.	Wand hier und da ungleich dick, innere Fläche oft stellenweise erhoben, wie warzig.
	b. Gefärbte Faser. Zeigt nebst den obigen noch folgende Unterschiede.	
Gleichmässig der ganzen Länge nach gefärbt.	9.	Gewöhnlich ungleichmässig, einzelne Stellen der Höhlung lichter oder dunkler gefärbt.
Wand von demselben Farbentone wie die Höhlung (wenn eine vorhanden, wo sie dann eine dunkle Linie bildet).	10.	Wand von einem, besonders bei dunklen Farben mehr ins Gelbliche oder Grünliche spielenden Farbentone, von der Höhlung (welche dunkler und wie unregelmässig punktirt und stellenweise gestrichelt aussieht), als lichter abstechend.
Neben einander liegende Fasern ziemlich gleich in dem Grade der Färbung, gewöhnlich etwas dunkler, als die etwa vorhandenen Baumwollfasern.	11.	Neben einander liegende Fasern meist ungleich in dem Grade der Färbung, gewöhnlich etwas lichter, als die etwa vorhandenen Flachsfasern.
	c. Mit Schwefelsäure behandelte Faser.	
Mit verdünnter Schwefelsäure getränkt unverändert oder wenig angeschwollen, knotig.	12.	Mit verdünnter Schwefelsäure getränkt stark aufgetrieben, knotig und bauchig. Schichtung der Wand als parallele, reichliche Streifung erkennbar.
In concentrirter Säure langsamer sich lösend.	13.	In concentrirter Säure schnell sich lösend.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren, mit Ausnahme jener, wo es besonders bemerkt wurde, sind bei 400maliger Vergrösserung gezeichnet.

Tafel XLVI.

Fig. I. Eine halb ausgewachsene Leinpflanze, in natürlicher Grösse. Die Punkte *a*, *a*¹, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* bezeichnen die Stellen, wo man die vorzüglichsten Entwickelungsstufen des Stammgewebes antrifft. Die folgenden Figuren beziehen sich darauf.

Fig. II. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *a*¹ in Fig. I, 50mal vergrössert. Drittes Stadium. *A*, vereinigte Rinden- und Cambiumschichte; *D*, Holz, im Innern mit der Anlage der Gefässbündel; *E*, Mark; *b*, Ansatz einer Axillarknospe.

Fig. III. Längendurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *a* in Fig. I. Zweites Stadium. Sehr junge Entwickelungsstufe. *A*, Rinde, vom Cambium *C* noch nicht gesondert; *B*, Anfänge der Bastzellen, als Interzellulargänge zwischen Rinde und Cambium; *D*, Holz. Die Zellen desselben sind mit einer dünnen, homogenen Gallertmasse (Protoplasma Mohl's) ausgefüllt, in welcher sich Höhlungen mit wässriger Flüssigkeit erfüllt zeigen, *h*, *h*, *h*.

Fig. IV. Ein Stück aus dem Querdurchschnitte Fig. II. Drittes Stadium. *A*, Rinde; *C*, Cambium; *D*, Holz; *E*, Mark. Zwischen den innersten Rinden- und den äussersten Cambiumzellen sind die Bastzellen in der Anlage zu treffen. Bei *g* ein Gefässbündel des Holzes; *p* ein Zell- oder Primordialschlauch, welche häufig in den Markzellen vorkommen; *i* ein Interzellularraum des Markes.

Fig. V. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *b* in Fig. I oder unbedeutend tiefer, 50mal vergrössert. Viertes Stadium. *A*, Rinde; *C*, Cambium; *D*, Holz, in welchem die Gefässbündel als dunkle Flecken erscheinen; *E*, Mark; *h*, Höhlungen desselben.

Fig. VI. Längendurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *b* in Fig. I. Viertes Stadium. *A*, Rinde; *B*, Bast; *C*, Cambium; *D*, Holz; *E*, Mark. Diese Bezeichnung gilt auch für alle folgenden Figuren.

Fig. VII. Querdurchschnitt eines Gefässbündels, aus der Stelle *b*, oder tiefer in Fig. I. Bei *g* der Gefässtheil, welcher nach oben an die Holzzellen stosst, nach unten bei *E* an die Markzellen.

Fig. VIII. Spaltöffnung der Rinde, aus der Stelle *b* in Fig. I, oder etwas tiefer.

Fig. IX. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *b* in Fig. I. Viertes Stadium. Die Bezeichnung ist die frühere; *p*, *p* Zellschläuche im Marke.

Tafel XLVII.

Fig. X. Endtheil einer jungen Bastzelle, aus dem Punkte *b* in Fig. I.

Fig. XI. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *c* in Fig. I. Fünftes Stadium. Die Bezeichnung wie früher; *p*, Cytoblast; *p*¹, *p*¹, sphärische, zartwandige Cytoblastenzellen.

Fig. XII. Querdurchschnitt des Stengels, zwischen dem vierten und fünften Stadium. Eine etwas höhere Entwickelungsstufe, als die frühere.

Fig. XIII. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *d* in Fig. I. Sechstes Stadium.

Fig. XIV. Abweichende Formen der Bastzelle, aus diesem Stadium. fig. 1, Bastzellen mit ungleicher Entwickelung der Wand; *a*, jüngste *b*, ältere, *c*, älteste Zelle; fig. 2, Bastzellen mit unregelmässiger Oberfläche und Höhlung.

Fig. XV. Rinden- und Bastzellen, welche mit Jod und Schwefelsäure auf den Gehalt an Cellulose geprüft wurden. Der feste Inhalt ist durch Jod gebräunt und durch die Schwefelsäure nicht verändert worden. fig. 1, Rindenzellen; fig. 2, Bastzelle.

Fig. XVI. Längendurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *d* in Fig. I. Sechstes Stadium.

Tafel XLVIII.

Fig. XVII. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *e* in Fig. I. Zwischen dem sechsten und siebenten Stadium.

Fig. XVIII. Querdurchschnitt des Stengels, aus einem der Ausbildung nahen Punkte, mit Jod behandelt. Der feste Inhalt der Rinde, des Bastes und Cambiums, so wie die Holzzellen sind braun gefärbt.

Fig. XIX. Übersicht der normalen und anomalen Formen, der zur Hälfte und darüber ausgebildeten Bastzelle. fig. 1 gewöhnliche, typische Form, 120mal vergrössert; fig. 2, Bastzelle mit Anschwellungen, *a*, *a*; fig. 3, mit stark vergrüntem Inhalte; fig. 4, mit farblosem, durch Jod braungefärbtem Inhalte; fig. 5, knotige Bastzelle mit regelmässigen, gleichweit abstehenden Knoten, *a*, *a*; fig. 6, Bastzelle mit einem Zellschlauche *p*, *p*, und einzelnen zerstreuten Chlorophyllkügelchen *c*.

Tafel XLIX.

Fig. XX. Fortsetzung der Formenreihe der halbausgebildeten Bastzelle, sich an Fig. XIX anschliessend. fig. 1, gewöhnliche, mit zahlreichen Schacht'schen Spalten in der verdickten Wand versehene Bastzelle; fig. 2, sehr verdünnte, haarspitzige Bastzelle; fig. 3, mit unregelmässiger, bauchiger Anschwellung, *a*; fig. 4, mit stellenweise durch die Verdickungsschichten verschlossener Höhlung, *b*, *b*; fig. 5, mit zahlreichen, durch die Vereinigung der Verdickungsschichten erzeugten, abgeschlossenen Hohlräumen.

Fig. XXI. Längendurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *f* in Fig. I. Achtes Stadium. *i*, Interzellularraum, *b*, die verdünnte Spitze einer Bastzelle. Die übrige Bezeichnung der Schichten ist wie früher.

Tafel L.

Fig. XXII. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *f* in Fig. I. Achtes Stadium.

Fig. XXIII. Chlorophyll aus den Rindenzellen dieses Stadiums. fig. 1, ein Klümpchen secundärer Chlorophyllkörnchen; fig. 2, solche Klümpchen, von einem Bläschen umhüllt.

Fig. XXIV. Bastzellen, nahe vor ihrer Ausbildung. Schliessen sich als Ergänzung an die Formenreihe in Fig. XIX und XX an. fig. 1, 2, Bastzellen mit oberflächlicher, zarter, paralleler Spiralstreifung; fig. 2, mit scharf abgesetzter innerster Verdickungsschichte; fig. 3, eine gequetschte Bastfaser; *a*, *a*, gitterförmige Streifung der Verdickungsschichten; fig. 4, Bastfaser mit wenigen, dicken, sehr ausgeprägten Schichten.

Fig. XXV. Aussehen der Fasern und Faserbündel im nach belgischer Methode gerösteten und gebrochenen Flachse. *A*, *A*, *A*, grössere, *a*, *a*, *a*, kleinere Reste der Rindenschichte, welche als Schmutz der Faser anhängen, *x*, ein Pflänzchen des Pilzes (*Puccinia*), welcher bei der Thauröste die schwarzen Pünktchen am Stengel verursacht.

Fig. XXVI. Ebensolches Faserbündel. Die Reste der Rindenschichte *A*, *A*, sind hier körniger und stärker gebräunt.

Tafel LI.

Fig. XXVII. Aussehen der gebrochenen, geschwungenen und gehechelten Faserbündel. Sie sind zum Theile rein und glatt an der Oberfläche, wie fig. 1, 2, so dass die sparsamen körnigen Schmutztheilchen, wie fig. 1, *A*, kaum in Betracht kommen, zum Theile wie fig. 3, 4, 5, von den Überresten der Rinde und des Cambiums verunreinigt. In fig. 3, *A*, sieht man häufige, gebräunte Überreste der Rinden- und Cambiumschichte, in fig. 4, *a*, *a*, grünliche von Chlorophyll herrührende Schmutztheile.

Fig. XXVIII. Übersicht der Hauptformen der gereinigten Faser, wie sie im gebrochenen, geschwungenen, gehechelten und versponnenen Flachse vorkommen. fig. 5—8, normale, vollkommene, am häufigsten vorfindliche Fasern; fig. 9, 10, anomale Formen; fig. 1—4, unvollkommene, auf verschiedener Entwickelungsstufe zurückgebliebene Fasern, worunter fig. 4 den tiefsten, fig. 3 den höchsten Ausbildungsgrad besitzt.

Tafel LII.

Fig. XXIX. Faser, aus gehecheltem Flachse, welche mit Jod und Schwefelsäure behandelt wurde. Die Faser erhält dadurch oft ein knotiges, rosenkranzförmiges Ansehen, die Knoten entsprechen in der Länge ungefähr den Parenchymzellen des Stengels, zwischen denen sich die Bastzelle bildete. *b*, *b*, Wand; *p*, *p*, Zellschlauch, durch Jod gebräunt und durch Schwefelsäure nicht weiter verändert; p^1, ein von Inhalt freies Stück des Zellschlauches, wodurch seine Membran hervortritt.

Fig. XXX. Faserbündel, aus guter, mittelfeiner, gebleichter Leinwand.

Fig. XXXI. Fasern, aus derselben Leinwand, welche an der Oberfläche noch Reste der zersetzten Rinden- und Cambiumschichte zeigen, welche durch die Bleiche nicht vollständig entfernt wurden.

Fig. XXXII. Fasern, welche am häufigsten im Werg, sparsamer in Linnenzeugen vorkommen und beim Brechen, Schwingen, Hecheln mechanische Verletzungen erlitten haben; *a*, *a*, *a*, *a* sind geringere, *b*, *b* stärkere Verletzungen der Faser.

Fig. XXXIII. Faser, aus gebleichter Leinwand, nach schwacher Einwirkung von Jod und Schwefelsäure. Die zwei äussersten Schichten der Faser haben sich blasig erhoben und gebläut, die inneren Schichten sind fast unverändert.

Fig. XXXIV. Fasern, aus halbgebleichtem, schwarzgefärbtem Zwirn, mit unreiner, von den Resten der Rinde und des Cambiums entstellter Oberfläche. fig. 1, Faserbündel; fig. 2, Mittelstück und Endtheil einzelner Fasern.

Tafel LIII.

Fig. XXXV. Gewebe eines gröberen, ohne Chlorbleiche bereiteten Druckpapieres. Es besteht aus zerstückten, gefransten und gespaltenen Fasern.

Fig. XXXVI. Faser dieses Papieres, mit Jod und Schwefelsäure behandelt, wodurch sich die Zusammensetzung aus Cellulose erkennen lässt.

Fig. XXXVII. Gewebe eines mittelfeinen, mittelweissen, ohne Chlorbleiche bereiteten Schreibpapieres; *b*, *b*, haarförmige, durch Längsspaltung der Faser entstandene Stückchen.

Fig. XXXVIII. Explosives, elektrisches Papier; *a* Faserstück, im Übergange zur homogenen Masse, woraus das Papier gebildet wird, *x* durch Einwirkung der Säure während der Bereitung entstandenes Loch.

Fig. XXXIX. Gewebe eines mittelfeinen Schreibpapieres mit Chlorbleiche.

Tafel LIV.

Fig. XL. Gewebe eines englischen, feinen, geglätteten Briefpapieres. fig. 1, 2, kurze, platte Faserstücke, aus denen es grösstentheils besteht; fig. 3 mit diesen zugleich vorkommende, zermalmte Fasern; fig. 4 sparsamer vorfindliche, längere Faserstücke.

Fig. XLI. Gewebe eines englischen, feinen Zeichenpapieres, welches augenscheinlich aus Fasern geringer Qualität, die sich wegen der vorhandenen Höhlung leichter zermalmen lassen, besteht; *a*, sparsamere, grössere Faserstücke desselben Papieres.

Fig. XLII. Gewebe eines groben Lackmuspapieres; *a*, einzelne, ungefärbte Faserstücke desselben; a^1, a^1, zerfranste Faserenden, welche die augenscheinliche Aufnahme des Farbstoffes in die Schichtensubstanz beweisen.

Fig. XLIII. Gewebe desselben, durch Säure gerötheten Lackmuspapieres; *y*, eine, unter den Flachsfasern vorhandene Baumwollfaser.

Fig. XLIV. Faserstück, aus dem feinen Zeichenpapiere, dessen Gewebe in Fig. XLI dargestellt ist, mit Jod und Schwefelsäure auf den Gehalt an Cellulose geprüft.

Fig. XLV. Gewebe eines groben, grauen Fliesspapieres. Bei *y* eine Baumwollfaser, bei *h* ein ungefärbtes, bei h^1, h^1 gefärbte Schafwollhaare, welche den Flachsfasern beigemengt sind.

Tafel LV.

Fig. I. Querdurchschnitt des erwachsenen Stengels einer weiblichen Hanfpflanze; *A*, Rinde; *B*, Bast; *C*, Cambium; *D*, Holz.

Fig. II. Querdurchschnitt wie der vorige, mit Jod behandelt, wodurch sich die Holzzellen bräunen.

Fig. III. Längendurchschnitt des erwachsenen Stengels. Bezeichnung der Schichten wie früher.

Fig. IV. Hauptformen der ausgebildeten Hanffaser der weiblichen Pflanze. fig. 3, 4, vollkommene, solide; fig. 1, 2, unvollkommene, gehöhlte Fasern.

Tafel LVI.

Fig. V. Faserbündel des gebrochenen und geschwungenen Hanfes; *a*, *a*, *a*, körnige Reste des zersetzten Inhaltes der Rinde, welche die Fasern verunreinigen und bräunen.

Fig. VI. Faserbündel, aus eben solchem Hanfe; *A*, *A*, *A*, membranöse Reste der Rindenzellen; *x* Endtheil einer Faser.

Fig. VII. Fasern, aus eben solchem Hanfe; *a*, *a* anklebende Reste des Chlorophylles der umgebenden Schichten.

Fig. VIII. Faserbündel, aus eben solchem Hanfe, mit ganz reiner und glatter Oberfläche.

Fig. IX. Faserbündel, aus gefärbtem Hanfe oder Hanfzwirne; *A*, *A*, membranöse Reste der Rinde; *a*, *a* körnige, aus dem zersetzten Inhalte der Rinde herrührende Reste.

Fig. X. Einzelne Fasern desselben Hanfes. fig. 1, Mittelstück; fig. 2, Endtheil einer Faser.

Fig. XI. Ausgebildete Hanffaser, welche mit Jod und Schwefelsäure auf den Gehalt an Cellulose geprüft wurde.

Tafel LVII.

Fig. I. Samen von *Hibiscus syriacus* in natürlicher Grösse.

Fig. II. Same von *Gossypium herbaceum* in natürlicher Grösse; am oberen Theile sind die Haare entfernt, um die Gestalt des Samens anschaulich zu machen.

Fig. III. Samenknospe derselben Pflanze zur Blütezeit, beiläufig 30mal vergrössert.

Fig. IV. Epidermalzellen der Samenknospe, zur Blütezeit.

Fig. V. Dieselben am Schlusse der Blütezeit; *a* Cytoblast; *b*, *b*, Klümpchen des körnigen Inhaltes.

Fig. VI. Haare des Baumwollsamens, aus den verlängerten Epidermalzellen entstanden, um die Zeit, wo die Kapsel fast ihre volle Grösse erreicht hat, aber noch saftig und grün ist.

Fig. VII. Haare des Baumwollsamens, aus demselben Stadium. fig. 1, ein mit Jod behandeltes; fig. 2, ein mit Jod und Schwefelsäure auf den Gehalt an Cellulose geprüftes Haar.

Fig. VIII. Ausgebildete Haare von *Gossypium herbaceum*. fig. 1, ein stellenweise sehr dickwandiges und durch Ausfüllung der Höhlung solides Baumwollhaar; *a*, *a*, normale Höhlung des Haares, welches an diesen Stellen wie die gewöhnlichen Formen gewunden ist; *b*, *b*, *b*, verengte Höhlung im ungewundenen Theile des Haares; *c*, *c*, Höhlung, die im Verschwinden begriffen ist.

Fig. IX. Baumwollhaar von *Gossypium barbadense*. fig. 1, ein dickes, stark gewundenes Haar; fig. 2, ein dünnes, schwächer gewundenes Baumwollhaar.

Tafel LVIII.

Fig. X. Fasern von *Gossypium barbadense*. fig. 1. Mittelstück; fig. 2. Endstück einer Faser; *a*, *a*, Oeltröpfchen.

Fig. XI. Endtheile der Fasern von *Gossypium barbadense*. fig. 1, *a*, Faser mit sehr scharfer Haarspitze; fig. 2, Fasern mit stumpfen Spitzen, bei *a* mit ausgefüllter, bei *b* mit noch vorhandener Höhlung.

Fig. XII. Abweichende, sparsamer vorkommende Fasern von *G. barbadense.* fig. 1, Faser, deren verdickte Wand nach innen nicht scharf abgesetzt ist, und sich mit der überliegenden Seite durch rudimentäre, fädige Fortsätze berührt; fig. 2, eine auf tiefer Entwickelungsstufe zurückgebliebene, sehr dünnwandige Faser; fig. 3, Faser, deren Inhalt durch Behandlung mit Jod gebräunt wurde wodurch bei *p, p,* der Zellschlauch deutlich wird.

Fig. XIII. Faser von *G. barbadense,* welche mit Jod und Schwefelsäure auf den Gehalt an Cellulose geprüft wurde.

Fig. XIV. Faser von *G. barbadense,* nach Behandlung mit schwach verdünnter Schwefelsäure. In fig. 1 ist der untere Theil der Faser frei von der Einwirkung geblieben, der obere von der Säure aufgelockert; *a,* ursprüngliche, weitabstehende Membran der Faser; *b,* die zahlreichen Verdickungsschichten; *c,* Höhlung; *d,* Luftblase, welche sich bei der Säureeinwirkung darin gebildet. fig. 2, *b, b,* Schichten der secundären Ablagerung, aufgelockert, aber unzerstört; b^1, b^1, dieselben zerfallend; b^2, von der Säure aufgelöst; *d,* eine Luftblase.

Tafel LIX.

Fig. XV. Faser von *G. barbadense,* mit Jod und Schwefelsäure behandelt, nach schwacher Einwirkung der Säure; *a,* ursprüngliche Membran der Faser; *b,* Verdickungsschichten; b^1, äusserste Lamelle derselben, welche sich in Gestalt eines Häutchens erhoben; *c,* Höhlung.

Fig. XVI. Faser von *G. barbadense,* mit Jod und Schwefelsäure behandelt, nach starker Einwirkung der Säure; *b,* Reste der Schichten der Wand, wolkenartig, in der Auflösung begriffen; *p, p,* Zellschlauch; p^1, rissiger und löchriger Theil desselben.

Fig. XVII. Trockene Kattunfasern. fig. 1 und 4, gefärbte; fig. 2, 3, ungefärbte; fig. 3, an der Oberfläche durch Staub verunreinigte Fasern.

Fig. XVIII. Benetzte, farbige Kattunfasern. fig. 3, Faser, in deren Höhlung sich der Farbstoff stärker angelagert hat.

Fig. XIX. Fasern, aus einem gemischten Linnenzeuge; *a,* a^1, a^2, Flachsfasern; *b, b,* b^1, Baumwollfasern.

Untersuchungen

über den

Farbenwechsel des afrikanischen Chamäleons.

Von

Ernst Brücke,

wirklichem Mitgliede der kais. Akademie der Wissenschaften.

(Tafel LX—LXI.)

(Gelesen in den Sitzungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 4. December 1851 und 2. Februar 1852.)

In einer unserer akademischen Sitzungen, zu Anfang des Sommers 1851, wurde auf Antrag des Herrn Dr. Fitzinger beschlossen, lebende Chamäleonen aus Ägypten kommen zu lassen, damit neue Untersuchungen über dieses merkwürdige Thier, namentlich über den Farbenwechsel desselben, angestellt würden. Ich wendete mich in dieser Angelegenheit an Herrn Dr. Lautner, welcher sich damals noch in Kairo aufhielt, und schon in der letzten Hälfte des August langten hier zehn lebende Chamäleonen an, welche er auf seinen Excursionen gesammelt hatte, um sie nun der Akademie zum Geschenke zu machen. Sechs derselben wurden mir überliefert, während die vier übrigen zur weiteren Beobachtung ihrer Lebensweise und ihrer Eigenthümlichkeiten in dem hiesigen Hof-Naturalien-Cabinete verblieben. In den folgenden Blättern sind die Beobachtungen enthalten, welche ich über den Farbenwechsel bisher gemacht habe. Da ich durch meine Untersuchungen, welche ich mit aller Musse und vielleicht mit vollkommneren Hülfsmitteln als meine Vorgänger anstellen, und so ihre Angaben theils bestätigen, theils berichtigen und durch neue vermehren konnte, sah ich mich genöthigt eine nicht unbeträchtliche Menge von literarischen Notizen und Auszügen aus fremden Abhandlungen der meinigen beizugeben und ich bemerkte bald, dass ihr Umfang wenig vermehrt werden würde, wenn ich ihr eine förmliche Geschichte der Meinungen voranschickte, die von den Gelehrten verschiedener Zeiten über den Farbenwechsel des Chamäleons geäussert worden sind. Ich habe desshalb nicht angestanden eine solche zu verfassen, da ich einsah, dass hierdurch denen, welche sich nach mir mit diesem Gegenstande beschäftigen, eine Mühe erspart sein würde, welche nicht gering zu achten ist, wenn man den Umfang der fraglichen Literatur kennt und weiss wie viel unerquickliches Geschwätz man bei dem allseitigen Interesse, das unser Thier unter Naturforschern und Laien erregt hat, durchlesen muss, um an die Quellen der Kenntnisse zu gelangen, welche wir über den Farbenwechsel, die veranlassenden Ursachen und die innere Mechanik desselben besitzen.

Um nicht eine unnütze Masse werthlosen Materials mitzuschleppen und doch dem Leser eine vollständige Uebersicht über die Entwickelung unserer Kenntnisse zu geben, habe ich mit Ausnahme der Schrift-

steller des Alterthums und solcher Männer, die wie Baco und Cuvier durch ihre Autorität massgebend geworden sind, nur diejenigen angeführt, von denen es feststeht, dass sie selbst an lebenden Chamäleonen beobachtet haben; dagegen bin ich bemüht gewesen, so weit es mir möglich war, aus den Quellen selbst zu schöpfen, und, so weit es der Raum gestattete, die eigenen Worte der Schriftsteller wieder zu geben.

Beginnen wir mit dem, was uns von dem Vater der Naturgeschichte über unsern Gegenstand aufbehalten ist.

Τῆς δὲ χροιᾶς ἡ μεταβολὴ ἐμφυσωμένῳ αὐτῷ γίγνεται. ἔχει δὲ καὶ μέλαιναν ταύτην, οὐ πόρρω τῆς τῶν κροκοδείλων, καὶ ὠχρὰν καθάπερ οἱ σαῦροι, μέλανι ὥσπερ τὰ παρδάλια διαπεποικιλμένην. γίνεται δὲ καθ'ἅπαν τὸ σῶμα αὐτοῦ ἡ τοιαύτη μεταβολή. καὶ γὰρ οἱ ὀφθαλμοὶ συμμεταβάλλουσιν ὁμοίως τῷ λοιπῷ σώματι καὶ ἡ κέρκος. ἡ δὲ κίνησις αὐτοῦ νωθὴς ἰσχυρῶς ἐστί, καθάπερ ἡ τῶν χελωνῶν. καὶ ἀποθνήσκων τε ὠχρὸς γίνεται, καὶ τελευτήσαντος αὐτοῦ ἡ χροιὰ τοιαύτη ἐστίν. *(Aristot. Hist. anim. II, 11, p. 503, b, 2, Bekk.)*

So Aristoteles, der nur das Aufblähen und den Tod als veranlassende Ursachen zur Farbenveränderung aufführt. Der älteste Schriftsteller, welcher aussprach, dass das Chamäleon aus Furcht seine Farbe verändere, scheint Theophrast zu sein.

Μεταβάλλει γὰρ ὁ μὲν χαμαιλέων οὐδέν τι μηχανώμενος, οὐδὲ κατακρύπτων ἑαυτὸν, ἀλλ' ὑπὸ δέους ἄλλως τρέπεται, φύσει ψοφοδεὴς ὢν καὶ δειλός. συνέπεται δὲ καὶ πνεύματος πλῆθος, ὡς Θεόφραστος heisst es beim Plutarch (*de solertia animalium*, Stereotypausgabe, Leipzig 1829, Band V, p. 475); es ist jedoch zweifelhaft, ob ὡς Θεόφραστος nur auf συνέπεται δὲ καὶ πνεύματος πλῆθος, oder auf den ganzen vorhergehenden Satz zu beziehen sei.

Die Meinung, dass das Chamäleon die Farbe seiner Umgebungen annehme, findet sich zuerst beim Antigonus Carystius, bei welchem es in der συναγωγὴ παραδόξων ἱστοριῶν Cap. 29 und 30 (Παραδοξογράφοι, ed. A. Westermann, 1839, p. 68 sq.) heisst: Θαυμαστὰ δὲ καὶ τὰ τοῖς τόποις συναφομοιούμενα, οἷον ὅ τε πολύπους· γίνεται γὰρ ἀδιάγνωστος τῷ χρώματι τοῦ ἐδάφους καὶ παντὸς ᾧ ἂν περιπλακῇ, ὥστε εἶναι δύσεργον αὐτοῦ τὴν θήραν· ὅθεν δῆλον καὶ ὁ ποιητὴς τὸ θρυλλούμενον ἔγραψεν·

Πουλύποδος ὡς τέκνον ἔχων ἐν στήθεσι θυμὸν
Τοῖσιν ἐφαρμόζειν.

γίνεται δὲ ταυτὸν καὶ περὶ τὸν χαμαιλέοντα· καὶ γὰρ τοῖς στελέχεσι τῶν δένδρων καὶ τοῖς φύλλοις καὶ τῇ γῇ τὸν αὐτὸν τρόπον ἅπαντι τόπῳ συμμεταβάλλει τὴν χροιάν.

Eben so heisst es später in Ovid's Metamorphosen Lib. XV, v. 110 und 111.

Id quoque quod ventis animal nutritur et aura
Protinus assimilat tetigit quoscunque colores.

Mehr schon hatte Seneca der Erscheinung des Farbenwechsels nachgedacht, über welchen er sich im ersten Buche der *Quaestiones naturales (I, 5, 7, ed. Fr. Haase, Lips. 1852)* folgendermassen ausspricht: „Non minus nubes diversam naturam speculis habent quam aves, quas retuli, et chamaeleontes et alia animalia, quorum color aut ex ipsis mutatur, cum ira vel cupidine incensa cutem suam variant humore suffuso, aut positione lucis, quam prout rectam vel obliquam receperunt, ita colorantur."

Plinius hingegen scheint nur die herrschende Ansicht seiner Zeit wieder zu geben, wenn er sagt: „Et coloris natura mirabilior, mutat namque eum subinde et oculis et cauda et toto corpore, redditque semper quemcunque proxime attingit, praeter rubrum candidumque. Defuncto pallor est." *(Histor. naturalis VIII, 33, ed. Sillig. Tom. II, pag. 103.)*

Fast zweihundert Jahre später finden wir die Kenntniss dieses Gegenstandes in nichts vorgerückt, indem C. Julius Solinus bei der Beschreibung eines, wie er glaubt äthiopischen zum *Genus cervus* gehörigen Thieres, welches er Tarandus[1]) nennt, sagt: „Hunc tarandum affirmant habitum metu vertere et, cum

---

[1]) Die Meinung der Commentatoren, dass das τάρανδον oder τάραντον der Alten das Rennthier *(Cervus tarandus Linn.)* sei, findet in den uns aufbehaltenen Schriftstellern wenig Unterstützung. Ἐν δὲ Σκύθαις τοῖς καλουμένοις Γελωνοῖς φασι θηρίον τι γίνεσθαι, σπάνιον μὲν

delitescat, fieri assimilem cuicunque rei proximaverit, sive illa saxo alba sit, seu fructeto virens; sive quam aliam praeferat qualitatem. Faciunt hoc idem in mare polypi in terra chamaeleontes: sed et polypus[1]) et chamaeleon glabra sunt, ut sit pronius cutis laevitatem proximanti aemulari." *(Solinus Polyhistor, Cap. XXX. ed. Bipont. pag. 121.)* (1)

So irrig auch diese Ansicht war, so lag ihr doch immer eine naturwissenschaftliche Vorstellung zum Grunde, nämlich die, dass das von den Umgebungen kommende farbige Licht von der Haut reflectirt werde, und sie ist somit noch immer den Fabeleien des Aelian vorzuziehen, der in dem vierzehnten Capitel des zweiten Buches der Naturgeschichte *(de natura animalium libri XVII, ed. Schneider, Lipsiae 1784, pag. 52)* sagt: „Χαμαιλέων τὸ ζῶον εἰς ἰδίαν μίαν χρόαν οὐ πέφυκεν οὔτε ὁρᾶϑαι οὔτε γνωρίζεϑαι. κλέπτει δὲ ἑαυτὸν πλανῶν τε ἅμα καὶ παρατρέπων τὴν τῶν ὁρώντων ὄψιν. Εἰ γὰρ περιτύχοις μέλανι τὸ εἶδος, ὅδε ἐξέτρεψε τὸ μόρφωμα εἰς χλωρότητα, ὥσπεροῦν μεταμφιασάμενος. εἶτα μέντοι ἀλλοῖος ἐφάνη λευκότητα ὑποδὺς, καϑάπερ προσωπεῖον ἕτερον ἢ στολὴν ὑποκριτὴς ἄλλην. Ἐπεὶ τοίνυν ταῦϑ' οὕτως ἔχει, φαίη τις ἂν καὶ τὴν φύσιν μὴ καϑέψουσαν μηδ' ἐπιχρίουσαν φαρμάκοις, ὥσπεροῦν ἢ Μήδειάν τινα ἢ Κίρκην, καὶ μέντοι καὶ ἐκείνην φαρμακίδα εἶναι."

Die Ansicht, dass das Chamäleon die Farben seiner Umgebungen wiedergebe, war auch so lange die herrschende, dass selbst Baco ihr, wenn auch nicht unbedingt, huldigt. In dem dreihundert und sechzigsten Artikel der vierten Centurie der *historia naturalis* heisst es nach Arnold's Ausgabe (Leipzig 1694): „Color viridis est ac subflavus, versus abdomen magis albore allucescens, interspersa tamen maculis caeruleis, albis, rubris. Rebus virore coloratis impositus, caeteris quasi extinctis coloribus viret. Flavescit, flavo admotus; coeruleo autem, rubro vel albo, satura tantum viriditate effulgent maculae. Ex nigri contactu nigrescit, intercurrente viroris mixtura."

Baco scheint seine Nachrichten denen des Landius entnommen zu haben, welcher in Besitz von lebenden Chamäleonen war, aber kein besonderes Talent für ihre Beobachtung gezeigt hat. Bei diesem heisst es: „Color naturalis viridis admodum dilutus in tergo, at sub ventre dilutior, albicantique propior; variabatur tamen totus rubris et caeruleis atque albis punctis. Chamaeleontem in quoslibet mutari colores verum non est. Super viridi viriditas augetur; super luteo temperatur ad luteum. Super caeruleo, aut rubro, aut albo non vincitur viriditas nativa, sed puncta caerulea et rubra et alba viridiorem validioremque sui speciem dant. Super nigro nigrescit, manet tamen tenor ille viredinis atro confusus. Etiam haud mutato supposito colore, mutat ipse suum; vel metu, aut molestia, aut oppressus aut solutus"[2]).

Erst eilf Jahre nach Baco's Tode wurden von Nicolaus Claudius Fabricius von Peiresc vorurtheilsfreie Beobachtungen an lebenden Chamäleonen angestellt, und sein Biograph Peter Gassendus[3]) sagt von ihm: „Falsum quoque expertus est, chamaeleones induere rerum objectarum colores: seu virides

---

ὑπερβολῇ, ὃ ἀνομόζεται τάρανδος .... τὸ δὲ μέγεϑος ὡσανεὶ βοῦς. τοῦ δὲ προσώπου τὸν τύπον ὅμοιον ἔχει ἐλάφῳ heisst es bei Aristoteles *(Mirab. auscult. XXX, ed. Westermann, Brunsvig 1839, p. 9)*. Antigonus Carystius nennt es ὄντα τετράπουν καὶ σχεδὸν ἴσον ὄνῳ καὶ παχύδερμον καὶ τετριχωμένον (l. c.). Plinius sagt: (Scytharum) Tarando magnitudo quae bovi: caput maius cervino, nec absimile: cornua ramosa, ungulae bifidae, villus magnitudine ursorum. Sed cum libuit sui coloris esse, asini similis est. Tergori tanta duritia, ut thoraces ex eo faciant *(Hist. nat. Lib. VIII, 34, l. c. p. 104)*. Solinus selbst sagt: „(Eadem Aethiopia) mittit et tarandum, boum magnitudine, bisulco vestigio, ramosis cornibus, capite cervino, ursino colore et pariter villo profundo" (l. c.).

[1]) Man ersieht aus dieser Stelle wie aus der oben dem Antigonus entnommenen, dass bei den Alten ein ganz ähnlicher Irrthum über den Farbenwechsel des Cephalopoden verbreitet war, wie solcher über den des Chamäleons herrschte, während Plutarch (l. c.) sagt: der Polyp (Octopus) ändere seine Farbe willkürlich, das Chamäleon aber nur aus Furcht.

[2]) Vergl. *Camillo Ranzani de chamaeleontibus. Novi commentarii Academiae scientiarum instituti Bononiensis. Tom. III. pag. 219,* ferner: *Scaliger de subtilitate contra Cardanum Francofurti 1576, in 8. Exercit. 169, pag. 635.*

[3]) *Viri illustris Nicolai Claudii Fabricii de Peiresc senatoris aquisextiensis vita per Petrum Gassendum. Hagae comitis 1651, pag. 479.* Fabricius von Peiresc war auch der erste, der eine im Allgemeinen richtige Vorstellung hatte von dem Mechanismus, durch welche die Zunge des Thieres beim Insectenfangen bewegt wird, denn an derselben Stelle heisst es: „Solent autem lingua, ut promuscide uti, quam, pedalis prope longitudinis, jaculi instar evibrant et tanta quidem celeritate, ut pene visus aciem effugiat. Id praestatur vero beneficio ossiculi, quod bifurcatione quadum implantatur utrimque ad extremas fauces, et caetera teres secundum oris longitudinem, deservit implicandae explicandae que linguae-cavae scilicet, intestini instar nisi quod in summo caruncula est, nonnihil viscida, ut praedam corripiat."

enim, seu cinerei sint; atrorem solum quendum subeunt qua parte ad solem aut ad ignem obvertuntur." Hiermit war der erste Schritt zur Erkenntniss des merkwürdigen Einflusses geschehen, welchen das Licht auf die Farbe des Chamäleons ausübt. Unrichtig aber ist es, wie wir später sehen werden, wenn noch hinzugefügt wird, „praeterea vero nihil immutentur."

Wiederum zehn Jahre später beobachtete Herr von Monconys die Chamäleonen in ihrer Heimat; die Notizen, die er darüber in seiner Reisebeschreibung gibt, sind in derselben an zwei Stellen enthalten. Einmal heisst es: „Le Caméléon ne prît pendent que je l'eus que sa couleur grise obscure, un très beau vert, et peu de jaune en quelques endroits." (*Voyages de Monsier de Monconys,* Paris 1695, Bd. II, Theil 1, Seite 54.) An einer andern Stelle wird gesagt: „J'observai comme mon Caméléon, qui était vert, entrant dans ma chambre; l'ayant mis sur une feuille de papier blanc devient noir, ce que j'attribuë à la chandelle, parce que l'ayant remis à l'ombre il reprît la couleur verte; il est vrai qu'au soleil il devient vert, étant sur la terre séche sans herbe, mais dans une chambre il se fait noir, puis fermé dans une armoire ou dans le sein, il se fait jaune et vert, qui sont les couleurs qu'il a seulement, car son gris est si obscur qu'on le doit prendre pour le noir, et le blanc tire sur le jaune." (Ibid. p. 274.)

Auch Johann Vesling fand in Ägypten Gelegenheit Chamäleonen zu sehen, worüber Thomas Bartholin in Nr. 52 der zweiten Centurie seiner *Historiae anatomicae (Hagae comitum 1659, in 8. pag. 246)* Folgendes mittheilt: „Mutatio haec colorum suas habet periodos, sicut Jos. Veslingius mihi retulit, qui plures chamaeleones in Aegypto vidit. Nam mane et circa vesperam virides colores ostendit, circa meridiem ad nigrorem vergit, circa noctem pallit, media nocte candicat."

Im Jahre 1678 machte Dr. Jonathan Goddard seine Beobachtungen an einem Chamäleon bekannt, die über den Farbenwechsel Folgendes enthalten: „As to the colour of the skin, it clearly appears mixed of several colours, like a medly-cloth, lighter towards the belly; otherwise, near upon it, equally mixed. The colours discernable are green, a sandy yellow, a deeper yellow toward's a liver-colour: and indeed one may easily fancy some mixture of all or most colours in the skin; whereof some are more predominant at some times. There are some permanent blak spots on the ridge of the bak and on the head."

„Upon excitation or warming she becomes suddenly full of blak spots of the bigness of great pins heads, equally dispersed on the sides, with small black streaks on the eylids; all wich afterwards do vanish."

„The skin is grained with globular inequalities, like the leather called shagreen, or the eggs of flies. The grossest grain is about the head, next on the ridge of the bak, next on the legs; on the sides and belly finest. Wich perhaps in several postures may schew several colours. And when the creature is in full vigour, may also have in some sort rationem speculi and reflect the colours of bodies adjacent: wich together with the mixture of the colours in the skin may have given occasion to the old tradition of changing into all colours" [1]).

Sehr ausführliche, aber keineswegs in ihren Resultaten immer richtig gedeutete Beobachtungen aus jener Zeit verdanken wir den Pariser Akademikern und ich theile dieselben in dem folgenden nach Perrault's Angaben mit. Nach der Beschreibung der kleinen Erhabenheiten, mit der die Haut des Chamäleon übersäet ist, heisst es:

La couleur de toutes les éminences de nostre Caméléon, lors qu'il estoit en repos à l'ombre et qu'il y avoit long-temps que l'on ne lui avoit touché, estoit d'un gris bleüastre, à la reserve du dessous des pattes, qui estoit d'un blanc un peu jaunastre, et de l'intervalle des amas de grains, qui estoit d'un rouge pâle et jaunastre, comme il a esté dit. Et il y a apparence que la couleur naturelle de la peau du Caméléon, qui selon Aristote est le noir, estoit dans le nostre ce gris qui le revestoit par tout lors qu'il estoit en repos, et

---

[1]) *Philosophical transactions giving some accompt of the present undertakings, studies and labours of the ingenious in many considerable parts of the world. Vol. XII, p. 930.*

qui est demeuré à l'envers de la peau quand il a esté écorché; quoi que le dessus ait conservé quelque temps aprés, les taches et les différentes couleurs qui y estoient au moment qu'il est mort, mais qui se sont presque toutes effacées quand la peau a esté seiche.

Or ce gris qui coloroit tout le Caméléon exposé au grand jour, se changeoit quand il estoit au Soleil; et tous les endroits de son corps, qui estoient frapez de la lumiére, prenoient au lieu de leur gris bleüastre, un gris plus brun et tirant sur le minime. Le reste de la peau qui n'estoit point éclairée du Soleil, changea son gris au plusieurs couleurs plus éclatantes, qui formérent des taches de la grandeur de la moitié du doit, qui descendoient de la creste de l'épine jusques à la moitié du dos; d'autres parurent aussi sur les costez, sur les bras et sur la queuë. Toutes ces taches estoient de couleur Isabelle, par le mélange d'un jaune pâle, dont les grains se colorérent, et d'un rouge clair, qui est la couleur du fond de la peau qui paroist entre les grains.

Le reste de cette peau non éclairée du Soleil, et qui estoit demeurée d'un gris plus pâle que l'ordinaire, ressembloit aux draps mêlez de laine de plusieurs couleurs: car on voyoit quelque-uns des grains d'un gris un peu verdastre, d'autres d'un gris minime, d'autres d'un gris bleüastre ordinaire, le fond demeurant comme devant. Lors que le Soleil cessa de luire, la premiére couleur grise revint peu à peu, et se répandit par tout le corps, à la reserve du dessous des pieds qui demeura de sa premiére couleur, mais un peu plus brune. Et lors qu'estant en cét estat, quelqu'un de la Compagnie le mania pour observer quelque chose, il parut incontinent sur ses épaules, et sur ses jambes de devant, plusieurs taches fort noirastres de la grandeur de l'ongle; ce qui n'arrivoit point lors qu'il estoit manié par ceux qui le gouvernoient. Quelquefois il devenoit tout marqueté de taches brunes, qui tiroient sur le vert. En suite on l'envelopa dans un linge, où ayant esté deux ou trois minutes, on l'en retira blanchastre; mais non point si blanc que celui dont parle Aldrovandus, qui disparut, estant devenu tout à fait semblable au linge, dans lequel il avoit esté mis. Le nostre, qui avoit seulement changé son gris ordinaire en un gris fort pâle, aprés avoir gardé cette couleur quelque temps, la perdit insensiblement. Cette expérience nous fit douter qu'il soit vrai que le Caméléon prend toutes les couleurs hormis le blanc, comme Theophraste et Plutarque disent: car le nostre paroissoit avoir tant de disposition à recevoir cette couleur, qu'il devenoit pâle toutes les nuits, et quand il fut mort, il avoit plus de blanc que d'autre couleur. Nous n'avons point aussi trouvé qu'il change de couleur par tout le corps, ainsi qu'Aristote a dit: car quand il prend d'autres couleurs que sa grise, et qu'il se déguise comme pour aller en masque, ainsi qu' Elian dit agréablement, il n'en couvre que certaines parties de son corps. Enfin, pour achever l'expérience des couleurs que le Caméléon peut prendre, on le mit sur différentes choses de diverses couleurs, et on l'y envelopa: mais il ne les prit point, comme il avoit fait la blanche; et mesme il ne la prit que la premiére fois que l'expérience en fut faite, uoi qu'on la réiterast plusieurs foi en différens jours.

En faisant ces expériences, nous observâmes qu'il y avait beaucoup d'endroits de sa peau qui ne brunissoient jamais que fort peu. Pour estre plus certains de cela, nous marquâmes par de petits points d'encre ceux des grains qui nous paroissoient les plus blancs lors qu'il palissoit; et nous avons toujours trouvé que lors qu'il devenoit plus brun, et que sa peau se tachetoit, ces grains que nous avions marquez devenoient toûjours moins bruns que les autres. . . . .

Par ces observations nous crûmes n'avoir pas moins de sujet de douter de la vérité de la proposition, que les Anciens avoient avancée touchant la nourriture Aërienne du Caméléon, que nous en avions eû de rejetter celle qu'ils ont établie touchant le changement de couleur qu'ils ont dit lui arriver par l'attouchement des différentes choses dont il approche, aprés avoir observé, qu'à la reserve de la blancheur que nostre Caméléon prit dans un linge, toutes les autres couleurs, dont il se couvrit, ne lui vinrent point des choses qu'il touchoit. Et il est raisonnable de croire, que la blancheur qu'il receut dans un linge froid, où on le tint quelque temps caché sous un manteau, estoit un effet de la froideur qui le fait ordinairement pâlir, parceque ce jour-là estoit le plus froid de tous ceux pendant lesquels nous l'avons vû. . . . .

. . . .

. . . .

Mais sur tout, le changement de couleur arrestera long-temps les curieux avant que d'en avoir découvert la cause, et de pouvoir déterminer s'il se fait par Reflexion, comme Solin estime; ou par Suffusion, comme Sénèque a pensé; ou par le changement des dispositions des particules qui composent sa peau, suivant la doctrine des Cartésiens. Il est pourtant vrai, que la Suffusion est la plus aisée à comprendre, principalement à ceux qui auront observé que la peau du Caméléon a une couleur naturelle, qui est un gris bleüastre que l'on lui voit par l'envers quand elle est écorchée; que l'on enléve aisément grand nombre de petites pellicules de dessus chacune des éminences, qui sont les seules parties de la peau qui changent de couleur; et que ces pellicules sont séparées ou aisément séparables les unes des autres, au lieu que celles qui composent le reste de la peau sont collées éxactement ensemble. Car ces choses aiant esté rémarquées, on trouvera quelque probabilité à croire que la bile, dont cét animal abonde, estant portée à la peau par le mouvement des passions, s'insinuë entre les pellicules, et que selon que la bile entre sous une pellicule plus proche, ou plus éloignée de la superficie exterieure des éminences, elle les tient de jaune ou de verdastre. Car on voit par expérience que le jaune mêlé avec le gris bleüastre fait une espece de vert; en sorte qu'il n'est pas difficile de concevoir que la même bile jaune répanduë sous une pellicule fort mince la fasse paroître jaune, et qu'estant sous un peau plus épaisse, elle mêle son jaune avec le gris bleüastre de cette peau, pour produire un gris verdastre, qui avec le jaune sont les deux couleurs que le Caméléon prend quand il est au Soleil, ou il se plaist: car lors qu'il est émû par des choses qui l'importunent, il n'est pas étrange que l'humeur noire et aduste qui est dans son sang estant portée à la peau, y produise les taches brunes qui y paroissent quand il se fâche; de même que nous voions que nos visages deviennent rouges, jaunes, ou livides, selon que les humeurs, qui sont naturellement de ces différentes couleurs, y sont portées. Par cette même raison, lors qu'un mouvement contraire fait rentrer les humeurs, dont la peau est ordinairement imbuë, ou qu'elles se dissipent en sorte que d'autres ne succédent point en leur place, la peau devient blanche par la séparation des pellicules qui composent les petites éminences; car cette blancheur leur arrive de même qu'à nostre épiderme, lors qu'estant desseché, et séparé par petites lames dans la maladie appellée Pityriasis la peau blanchit extraordinairement, et semble estre frotée de farine. On pourra trouver quantité des telles raisons probables, avant que d'en avoir rencontré une dont on puisse demontrer la verité. *(Memoires pour servir a l'histoire des animaux redigées par Perrault, Paris, p. 13 ff. Memoires de l'Academie royale des sciences contenant les ouvrages adoptez par cette academie avant son renouvellement en 1699, T. I, Paris 1731, p. 25 ff.)*

Im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts finden wir einen gelehrten italienischen Naturforscher, Antonio Vallisnieri mit den Chamäleonen beschäftigt. Dieser verfasste über die Anatomie und Naturgeschichte unseres Thieres eine Abhandlung von hundert und einigen Quartseiten *(Istoria del Camaleonte Affricano e di vari animali d'Italia del Sig. Antonio Vallisnieri. Venezia 1715)*, in welcher er sich, nachdem er seine Vorgänger scharf kritisirt hat, über die Ursache des Farbenwechsels Seite 12 folgendermassen ausspricht:

Se è lecito dir qualche cosa sopra un fenomeno cotanto oscuro, farò animo anch'io alla mia tepidezza, e paleserò a loro Signori i miei sospetti, giacchè dove si tratta di immaginare, giochiamo tutti d'accordo a indovinarla. Ma prima parmi necessario di toccar qualche cosa della struttura della pelle non toccata dagli altri (riserbandomi a descriverla più esattamente, quando parlerò della sua notomia), dalla quale trarremo non poco lume, per indagare la così facile mutazione de' colori nella medesima. Cioè ho osservato nella pelle di costoro due particolari prerogative, che per mio avviso, fanno tutto il giuoco de' medesimi. La prima si è una cosa, che a prima giunta, senza armar l'occhio di vetro, si vede, cioè una quantità innumerabile di solchi, e di piegoline, che formano come una rete maravigliosa, o come una maglia circondante tutto quanto il corpo, e le membra loro, le quali piegoline, o solchi io non ho mai potuto osservare nelle

lucertole, nei ramarri, nelle biscie, o serpenti, nelle salamandre, nelle botte o rospi, nè in altri simili animalucciacci a bella posta scorticati, e sparati all'aria, i quali non mutano sì d'improvviso i colori, segno evidente essere quelle la cagione e per così dire, la chiave di questo segreto, che così presto, e così facilmente si cangino. La seconda si è il giro dell' aria, che da' polmoni entra per piccoli sifoncini, che forano la pleura, ed il peritoneo, infra i diafani, e sottilissimi muscoli del torace e dell' addomine, d' indi passa sotto la cute, scorre velocemente per gli accennati solchi o pe' proprii canali, e la riempie, e gonfia, e sattola di sè medesima come diremo nel discorrere de' polmoni. Queste due minuzie non osservate sinora, ch' io sappia, da alcuno, benchè la seconda dell' aria fosse ne' tempi antichi toccata da Teofrasto, ma ne' nostri rigettata da' Signori Accademici, sono quell' esse, che gli fanno in un subito mutar colore, e figura, conforme, che increspa, e allarga la pelle, e in conseguenza riceve o spruzza fuora l' aria, e in tal caso dà moto maggiore o minore ai liquidi, che l'irrorano. E se qualche volta cangia i medesimi, e non pare a noi, che cangi gonfiezza, e figura, o se alle volte cangia gonfiezza, e figura, non sempre cangiando i colori ciò dipende dal moto delle fibre interne, o funicelle nervose, dalle quali è tutta quanta corredata la pelle, ed alla quale visibilmente un numero innumerabile vi giunge, che si stringono, e si rallentano con più, o minor energia, dal che dipende il movimento improvviso dell' aria, e de' fluidi, e da questo la mutazion de colori, il qual interno celere, o tardo increspamento non può essere sì di leggieri da noi osservato. Abbiamo l'analogia ne' nostri volti come accennava, e con me gli eruditi Francesi, quando all' improvviso, o a poco a poco siamo sorpresi da qualche passione. Nel primo caso, ecco una repentina, e molto bene visibile mutazion di colore, posciachè dal movimento, subito e velocissimo degli spiriti increspandosi allora, o allargandosi le fila nervose, conforme la qualità della passione, anche in un subito si strangolano, o si dilatano i canali dei fluidi, dal che stagnano o scorrono questi più dell' ordinario, non potendo ubbidire così di repente con un moto placido, e regolato, all'urto, che loro vien fatto. Ma se non siamo colti all' improvviso, se non poniamo in tumulto i nostri spiriti, se riceviamo la passione, per così dire, a sorsi, i nervi non fanno quel tal moto repentino, e l'onda del sangue, e degli altri fluidi ha tempo d' essere placidamente assorbita da' suoi canali, onde non segue così subito tanta mutazion de' colori. Così sospetto, che possa succedere nella nostra bestioluzza. Muta colore (conforme adesso siamo tutti d' accordo), quando diverse affezioni l'agitano; dunque ciò dipende dagli spiriti, e da fluidi, che in varie maniere inondano la trasparente sua cute, nella quale si frange, e si ribatte in diverso modo la luce, mentre quelli ora sono cacciati con empito alla medesima, ora si ritirano con lentezza, o insieme si mescolano, o s'avvallano, ora fanno qualche remora fra le grinze, ora appena la bagnano, e la lambiscono, e finalmente più, o meno rarefatti dal caldo, e dal freddo, più, o meno ancora l'inondano.

Diese seine Ansicht führt Vallisnieri noch durch vier Quartseiten mit grosser Beredsamkeit aus; es würde uns aber zu weit führen, wenn wir ihm hierin folgen wollten. Das Angeführte mag genügen, um dem Leser eine Vorstellung von der Theorie des berühmten Mannes zu geben, die sich zu ihrer Zeit durch das Ansehen ihres Urhebers eine gewisse Geltung verschaffte, wenn es sich gleich in der Folge zeigen wird, dass sie weit von der Wahrheit entfernt war, und theilweise auf Täuschungen beruhte, die wir vom jetzigen Standpunkte der Anatomie aus grobe nennen würden, die aber in Rücksicht auf den damaligen Zustand unserer Wissenschaft milder beurtheilt werden müssen.

In der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts hatte Friedrich Hasselquist Gelegenheit, das Chamäleon in der Umgegend von Smyrna häufig im Zustande der Freiheit zu sehen, aber seine Beobachtungen sind so dürftig, dass es sich nach dem bisherigen nicht mehr verlohnt, sie anzuführen. Als Curiosum ist nur der Schluss zu bemerken, zu welchem ihn dieselben führten. Er kam nämlich zu dem Resultate, das Chamäleon sei im Grunde schwarz, da es aber der Gelbsucht sehr unterworfen sei, so werde es häufig gelb oder grün, namentlich wenn es in Zorn gerathe. *(Voyages dans le levant dans les années 1749, 50, 51 et 52 par Fredéric Hasselquist publiés par ordre du Roi de Suéde par Charles Linnaeus, Paris 1769, Tom. II, p. 43.)*

Da diese Ansicht wenige Anhänger fand[1]) und keine neuen Original-Untersuchungen erschienen, so blieben im ganzen achtzehnten und selbst in den ersten Decennien des neunzehnten Jahrhunderts die Ansichten der Naturforscher ziemlich allgemein auf dem Standpunkte, auf den sie Vallisnieri geführt hatte. Selbst als das *Dictionnaire classique d'histoire naturelle* erschien, fügte Bory de St. Vincent, der den Artikel Chamäleon in demselben verfasste, unserer Kenntniss von dem Farbenwechsel dieses Thieres nichts Neues hinzu, obgleich er während der Belagerung von Cadix durch die Franzosen (1810—1812) häufige Gelegenheit hatte, diese Thiere zu sehen. Er leitet den Farbenwechsel von dem Blute her, welches durch die Ausdehnung der Lungen in die Haut getrieben wird, und führt in Übereinstimmung mit seinen Vorgängern Furcht und Zorn, Licht und Dunkelheit als veranlassende Ursachen an.

Eine sehr grosse Menge von lebenden Chamäleonen hat ferner auf ihren Reisen in Palästina und Ägypten Mrs. Belzoni unter Händen gehabt; während ihres Aufenthalts in Rosette (1819) besass sie nach ihrer eigenen Angabe deren mehr als 50 Stück; aber der Scharfblick, mit dem sie dieselben beobachtete, blieb weit hinter der Kühnheit zurück, mit der diese merkwürdige Frau in den vorgeblichen Tempel Salomonis eindrang. Ihre ganze Beschreibung verräth in hohem Grade die Dilettantin, welche die Thierchen mehr als einen Gegenstand der Neugierde und des Amüsements, denn als ein Object wissenschaftlicher Forschung betrachtete. Ich übergehe hier die von ihr gemachten Angaben (*Voyages en Egypte et en Nubie par G. Belzoni, traduit de l'Anglais, Paris 1821, Tom. II, p. 297*), da sie wenig Belehrendes enthalten und überdies in Oken's Zoologie (Stuttgart 1836, VI [III], p. 650) ausgezogen sind; nur auf einzelne Punkte werde ich später noch zurückkommen[2]).

Diese Lage der Dinge macht es einigermassen erklärlich, dass George Cuvier, der sonst vermöge seiner vielseitigen Bildung, seiner reichen Erfahrung und der stets ungetrübten Klarheit seines mächtigen Geistes auch da das Richtige zu treffen pflegte, wo er keine eigenen Untersuchungen angestellt hatte, in Rücksicht auf unsern Gegenstand einer Ansicht huldigte, welche so wenig in der Natur begründet ist. „La grandeur de leurs poumons", heisst es im règne animal, „est probablement ce qui leur donne la propriété de changer de couleur, non pas, comme on l'a cru, selon les corps sur lesquels ils se trouvent, mais selon leurs besoins et leurs passions. Leur poumon en effet les rend plus ou moins transparents, contraint plus ou moins le sang à refluer vers la peau, colore même ce fluide plus ou moins vivement, selon qu'il se remplit ou se vide d'air."

Die Behauptung, dass das Chamäleon, wenn es sich aufbläst, durchsichtig oder doch durchscheinend werde, findet sich auch bei einem neueren Schriftsteller, der auf Sicilien lebende Chamäleonen beobachtete.

---

[1]) Sie wird gewöhnlich auch Linné zugeschrieben, aber schon van der Hoeven bemerkt im Text zu seinen *Icones ad illustrandas coloris mutationes in chamaeleonte, Lugduni Batavorum 1831, 4°.*, es scheine ihm, dass sie nur von Gmelin adoptirt sei, und in der That findet sie sich nur in den von diesem besorgten Ausgaben des Linné.

[2]) So wenig ich auch den Beobachtungen der Mrs. Belzoni über den Farbenwechsel entnehmen kann, so muss ich andererseits bemerken, dass sie den Act des Trinkens, den man im Ganzen selten beobachtet, richtig beschrieben hat, indem sie sagt: „Ils peuvent se passer trois à quatre jours (und viel länger Br.) de boire; mais aussi quand ils commencent, ils y emploient environ une demi-heure. Je tenais quelquefois l'animal sur ma main pendant qu'il buvait dans un verre; il se tenait debout en buvant, et élevait la tête comme un oiseau." In seiner Freiheit scheint es namentlich die Thautropfen aufzulesen; denn ich hatte meine Thiere lange beobachtet, ohne sie trinken zu sehen, als ich eines derselben behufs eines Versuchs in ein Glasgefäss einsperrte, das ich unter Wasser tauchte. Ein Wassertropfen drang in dasselbe ein und rann an der inneren Wand herunter. Sogleich stiess das Thier mit der Zunge danach wie nach einem Insect. Später sah ich einmal ein anderes mit der Zunge fortwährend nach einer spiegelnden Stelle eines kleinen Porzellangefässes stossen. Ich vermuthete, dass das Chamäleon das Spiegellicht für einen Wassertropfen halte, und liess desshalb aus einem Glase Wasser einige Tropfen in seiner Nähe fallen, die es begierig auflas. So lockte ich es in die Nähe des Wassergefässes und liess am Ende die Tropfen in dasselbe hineinfallen, worauf es aus demselben trank. Es steckte dabei die Zunge in das Wasser, zog sie dann zurück und hob langsam den Kopf, wie Mrs. Belzoni richtig bemerkt, nach Art der meisten Vögel. Ähnliche Beobachtungen scheint Rusconi gemacht zu haben, denn er sagt, er wolle in seinem Werke über das Chamäleon, das leider, so viel ich weiss, nicht erschienen ist, unter Anderem das Thier abbilden, wie es Thau in den Mund nimmt. (Beobachtungen am afrikanischen Chamäleon. J. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, 1844, p. 508.) — Barthelemy (*Atti della terza riunione degli scienciati Italiani, Firenze 1841, 4°., p. 378*) sah beim Regen ein Chamäleon das Wasser verschlucken, welches ihm vom Kopfe auf die Schnauze herabrann und glaubte irrthümlicher Weise, unser Thier trinke nur auf diese und keine andere Art und müsse desshalb immer den Regen abwarten.

In der kleinen Schrift von Grohmann, *nuova descrizione del Camaleonte Siculo*, welche 1832 in Palermo in Quart erschienen ist, heisst es gleich zu Anfang:

„Questo Camaleonte ha il suo principale colore per tutto il suo corpo, testa piedi e coda d'un grigio biancheggiante nel verde violaceo, e origno, con molte strisce interrotte di un colore giallo di limone in fondo ombreggiato d'un orangineo piu carico, ed in direzione transversale al dorso, ventre, coda, piedi e testa altre macchie oranginee all' intorno della testa, e particolarmente ai gran ciglioni, al casco ed alle tempia (non ho trovato organi uditori ossia orecchie visibili) anche alla fronte, ed un poco riboccate labbra e mascelle, altrettante macchie in guisa di strisce sono al corpo, e sotto ventre, da vedersi però, più grigie violacee, d'un bel cangiante verde roseo quando l'animale si gonfia; ed allora il sangue circolante in tutte le parti del corpo produce secondo le mie ripetute osservazioni, e chiaro da vedersi, siccome quasi tutto il corpo è trasparente, tenendosi l'animale verso al sole ed irritandolo un pochetto con stringerlo verso la camera pettorale, si vede quasi per tutto il corpo, mentre, ove trapassa detto sangue nelle vene, si vedono velocemente comparire i bei differenti colori, e per giuste ragioni, essendo il suo sangue d'un bel cremesino violaceo, e l'interne vive vene sono d'un violetto argentineo, come già qui sopra detto avendo i colori esteriori in sè belli, ed in dietro depositandosi: il detto sangue produce questi graziosi miscugli, spesso come quei dell' arco baleno, e siccome tutto il corpo ha molti piccoli tubercoli, in varie grandezze, e formate di 5, 6 a 8 angoli rassomiglianti ad un lavoro di mosaico di tanti naccheri o margaretine fine di diversi colori particolarmente alla testa dorso coda e piedi meno espressi al corpo e sotto ventre, fuorchè la fila di perle bianche che dalla mascella inferiore giusto in mezzo divide la gonfia gola, petto e sotto ventre, perdendosi all' ano.

Così contento d'averlo in mio potere, mi misi ad esaminarlo, e per la gran trasparentezza m' accorsi ch'era femmina, e che nel ventre aveva gran quantità d'ova;

Arrivato che fui in casa, aprii la scatola, e diedi libertà all' animale, per il freddo che vi era appunto in quella giornata, come già dissi era tutta sgonfiata, e divenuta di colori più chiari, d'un grigio bianco giallo verde violaceo, ed era tanto raccolto in sè stesso che poteva quasi contare le coste trasparenti."

Wahr ist an der Sache, dass, wenn man ein Chamäleon zwischen sich und eine Lampe oder eine Lichtflamme hält, derjenige Theil des Rumpfes, der nur von den Lungen, die bis zum Becken hinabgehen, eingenommen wird, in ähnlicher Weise durchscheinend ist, wie die Finger einer vor das Licht gehaltenen Hand; unrichtig aber ist es, wie wir in der Folge sehen werden, dass dies irgend etwas mit dem Farbenwechsel zu thun habe.

Eine Arbeit von Leveillé und Thiébaut de Bernaud, welche in das J. 1824 fällt, ist nach dem Auszuge zu urtheilen, welchen Froriep's Notizen davon geben, auch nur höchst unbedeutend; da ich jedoch das Original, indem es nicht citirt ist, nicht zu finden weiss, so will ich diesen seinem Wortlaute nach mittheilen: „Diese Veränderungen", heisst es, „sind plötzlich, gleichförmig, sehr auffallend, und erstrecken sich über alle Theile des Körpers, selbst die Augen und den Schwanz nicht ausgenommen. Es geht kein langes Einathmen vorher, wenigstens haben die erwähnten Herren keines beobachten können. Die Ordnung, in welcher die Farbenveränderung erfolgt, ist folgende: citronengelb, apfelgrün (wobei der Untertheil des Bauches rosenroth wird und weisse Flecken bekommt), blaugrün, dunkelgrünbraun mit gelben, rosenrothen, schwarzen und dunkelbraunen Flecken. In der letzten Färbung, welche nebst schwarz, eisengrau und gelb, die ursprüngliche oder wenigstens die gewöhnliche Farbe des Thieres zu sein scheint, zeigt sich das Thier am leichtesten, flinkesten, muntersten. Sein Körper, der bei der andern Färbung aufgeblasen war, war dann ganz schlank. Weiss wird das Chamäleon, wenn es krank oder todt ist." (Froriep's Notizen aus dem Gebiete der Natur und Heilkunde, 1825, Nov. Band XII, p. 74.)

Der Jahrgang 1826 (Nov. Band XVI, p. 26) desselben Blattes enthält auch einen kurzen Auszug aus einer Arbeit des Herrn John Murray über unsern Gegenstand, welche ich aus demselben Grunde nicht aufzufinden vermag. Dieser lautet:

1. „Die vom Licht entfernteste Seite zeigte immer die hellste Farbe.

2. Die Temperatur der dunkelgefärbten Theile war stets höher als die der hellfarbigen. So war am 20. Juli 1824 die Temperatur der Atmosphäre zu Hull 72 Grad, die Chamäleonhaut an der hellen Seite 73 Grad, an der dunkeln Seite 73°25, an den gelben Stellen 73°5 bis 74°5.

3. Nach einem sehr leichten Druck, z. B. mit der Kugel des Thermometers, wird der Theil schneeweiss.

4. Im Sonnenschein werden die Streifen *(bands)* deutlicher und der Unterschied der Temperatur an den hellen und dunklen Stellen nimmt zu.

Es scheint aus diesen und anderen Umständen zu folgen, dass die Farbenveränderung nur von den Modificationen der Circulation abhänge, von der grösseren oder geringeren Menge Blut, was nach den Theilen gelangt, und von der durch letzteres bewirkten verschiedenen Refraction."

Ganz ähnliche Angaben von demselben Verfasser finden sich noch in den *Proceedings of the British association at Edinburgh, September 1834. (Edinburgh new philosophical journal, Vol. XVII, p. 402.)*

Im Jahre 1827 veröffentlichte W. Vrolik *Natuur en ontleedkundige opmerkingen over den Chameleon* (Amsterdam 8⁰) die ich bis jetzt nur aus dem in Ferussac's *bulletin des sciences naturelles* (Tome XIV, p. 263) enthaltenen Referate kenne. Hier heisst es:

„M. Vrolik n'a point fait d'expériences avec le thermomètre, mais il a déterminé avec plus de précision l'influence de la lumière. La lumière artificielle d'une bougie ne change que très peu ou point la couleur du Caméléon, mais un semblable changement est produit, indépendamment de la lumière, par l'effet de la déglutition des alimens. Le corps se gonfle pendant les efforts que l'animal fait pour avaler, mais ce gonflement ne paraît pas être en rapport direct avec le changement de la couleur; le Caméléon sur lequel M. Vrolik a fait ses expériences, restait dans un parfait repos, et n' était agité par aucune passion ni par aucun besoin lorsqu il' changeait de couleur par l'effet de l'impression directe de la lumière. Ces changemens peuvent donc ne pas dépendre des passions ou des besoins que l'animal éprouve, et la grandeur de ses poumons ne semble être pour rien dans la production du phénomène. Il paraît plutôt prouvé que celui-ci dépend de l'influence particulière de la lumière sur le cours et les propriétés vitales du sang. La lumière est aussi la principale cause des couleurs différentes que d'autres animaux montrent, sous les diverses latitudes du globe et dans les différentes saisons de l'année, mais chez eux la cause agit plus lentement et produit des effets plus durables, tandis que chez le Caméléon, son action, comme ses effets, son plus instantanés. M. Vrolik a trouvé qu'en effet, les parties de la peau du Caméléon, qui montrent, pendant la vie, des bandes plus foncées en couleur, sont fournies d'une grande quantité de vaisseaux sanguins à leur surface interne; sous le microscope, les granulations saillantes qui donnent à la peau une teinte verdâtre, paraissaient bigarrées comme des oeufs de vanneau; ce qui ne se retrouvait pas dans les portions plus pâles. Les changemens de couleur du Caméléon rentrent donc dans la loi commune et cessent d'être une anomalie."

Während man also seit mehr als hundert Jahren fast allgemein den Farbenwechsel von der Thätigkeit der Lungen abzuleiten gesucht hatte, war er hier plötzlich ganz als Folge der Einwirkung des Lichtes dargestellt[1]). Aber auch durch diese Wendung war man nicht auf den rechten Weg geführt, sondern man hatte sich nur in einer anderen Richtung von ihm entfernt, und es sollten noch einige Jahre verstreichen, bis die Bahn eröffnet wurde, welche zur vollständigen Lösung unserer Frage führt.

Jm Jahre 1829 wurden einige Beobachtungen bekannt, welche Robert Spittal am afrikanischen Chamäleon angestellt hatte *(Edinb. new philosophical Journal Nr. XII, April 1829, Bibliothéque universelle des*

---

[1]) In van der Hoeven *icones ad illustrandas coloris mutationes in Chamaeleonte, Lugduni Batavorum 1831*, 4⁰, Seite 8 heisst es von Vrolik: „Arbitratur pigmentum nigrum quo tingitur in chamaeleonte superficies externa ventriculi et intestinorum, absorptione venarum deferri ad cutem eamque absorptionem lucis stimulo promoveri."

sciences, belles-lettres et arts, redigé à Genève XIVme année, T. XLI, p. 225). Durch diese wurde unter anderem nachgewiesen, dass schon das blosse Licht einer Kerze genügt, um die Farbe der Thiere zu verändern. Wenn Spittal Nachts den schlafenden und erblassten Thieren eine Kerzenflamme näherte, so entwickelten sich, ohne dass sie erwachten, auf der Haut braune Flecken, welche um so dunkler wurden, je näher man das Licht heranbrachte, und wieder verblichen, wenn man dasselbe entfernte. Denselben Wechsel konnte Spittal noch plötzlicher dadurch hervorrufen, dass er die Thiere mit Wasser bespritzte. Ebenso bemerkte er, dass das Thier gereizt und in Angst gesetzt seine Farben in ganz eigenthümlicher Weise verändert, indem es dann mit stecknadelkopfgrossen Flecken ganz übersäet wird, wie dieses zuerst Goddard beobachtet hatte: „Dans ce moment" heisst es in der französischen Uebersetzung, welche mir allein zur Hand ist, „sa couleur passa de la teinte verdâtre à un gris jaunâtre et parsemé d'un grand nombre de pointes rouges de la grandeur d'une tête d'epingle."

Es entging ihm ferner nicht, dass, wenn die Thiere gesund sind, am Tage fortwährend ein leichter Wechsel der Farbe stattfindet, so dass man die Veränderungen meist schon von zehn zu zehn oder von funfzehn zu funfzehn Minuten deutlich wahrnehmen kann, und dass dieser Wechsel Nachts viel schwächer ist und viel langsamer von statten geht. Dies ist vollkommen richtig und war auch schon vor Mrs. Belzoni beobachtet, welche sagt: „dans la maison même on peut observer que sa couleur change toutes les dix minutes (l. c. 298)." Aber trotz dieser guten Beobachtungen kam er doch zu keinem andern Resultate, als dass der Farbenwechsel von der Thätigkeit der Lungen abhänge, nicht allein in sofern dadurch die Farbe des Blutes verändert werde, sondern auch in sofern die Anfüllung der Lungen auf die Spannung der Hautdecken einwirke („non pas entièrement par suite d'une modification dans la couleur du sang résultant de la respiration et vue au travers de la peau, mais en même temps par suite de l'effet qu'exercent les poumons sur les tégumens, en les tendant plus ou moins et en leur faisant ainsi réfléchir diversement les rayons lumineux"). Zu derselben Zeit war der Glaube, dass das Thier die Farbe seiner Umgebungen annehme noch nicht zerstört, wie wir aus einer Note sehen, welche die Redaction des Edinburger Journals der Abhandlung beigibt. Hier will ein Herr Neill von Canonsmill gesehen haben, wie ein Chamäleon grün wurde durch das Licht, welches durch grüne Blätter fiel. Noch im Jahre 1841 sagte Barthelemy (l. c.) dass sie gemeinhin die Farben der Dinge annehmen, auf denen sie sich befinden („assumeva egli, al solito, i colori dei corpi sui quali ritrovavasi"). Ja noch im Jahre 1848 ist Paul Gervais *(Comptes Rendus XXVII, p. 234)* vermöge einer groben Täuschung dahin gelangt, einen Einfluss der Umgebungen auf die Farbe des Chamäleons zuzugeben, indem er fand, dass das Thier, welches in seinem Zimmer braun gewesen war, im Garten auf einem Orangenbaum grün wurde. So schwer ist es, verjährte Vorurtheile der Menschen auszurotten, weil sie in Zufälligkeiten immer neue Nahrung finden.

Im Jahre 1831 hatte J. van der Hoeven den glücklichen Gedanken, in einem meinem hochverehrten Lehrer Hrn. Joh. Müller gewidmeten Werke *(Icones ad illustrandas coloris mutationes in chamaeleonte, Lugduni Batavorum, apud I. C. Cyfveer 1831, 4.°)* den Farbenwechsel auf fünf Tafeln bildlich darzustellen. Hier finden wir vollständig ausgeführt, was schon die Pariser Akademiker andeuteten, dass die Chamäleonen eine bestimmte Zeichnung haben, welche nie ganz verschwindet, aber deren einzelne Elemente zu verschiedenen Zeiten in verschiedener Stärke und Deutlichkeit hervortreten, so dass das Ganze dadurch sehr wesentlich verändert wird. Diese einzelnen Elemente, welche ich später aufzählen werde, sind überall am richtigen Orte abgebildet und die verschiedenen Momente, in denen das Thier dargestellt ist, glücklich gewählt, so dass in der That diese Bilder eine richtigere Vorstellung vom Farbenwechsel geben als alle Beschreibungen. Sie befriedigen ein so wesentliches Bedürfniss, dass ich, wenn sie nicht bereits vorhanden gewesen wären, keinen Augenblick gezaudert haben würde, meiner Abhandlung ähnliche Tafeln beizugeben, während ich mich jetzt mit einer gleichfalls nach dem Leben gezeichneten schwarzen Abbildung begnügt habe, welche hinreichen wird um mich mit dem Leser über die einzelnen Theile der

Zeichnung zu verständigen. Eine Beschreibung der einzelnen Tafeln ist in Oken's „Isis" vom Jahr 1832, Heft V, p. 565 enthalten, ich will hier desshalb nur auf diejenigen Punkte eingehen, welche einen wesentlichen Fortschritt in unserem Gegenstande bedingen.

Zunächst erkannte van der Hoeven als scharfer Beobachter den engen Kreis von Farbenveränderungen, auf den jede einzelne Hautstelle, jede einzelne Gruppe von Hauttuberkeln beschränkt ist, und seine ersten vier Abbildungen sind so gewählt, dass sie die Grenzen desselben sehr wohl erkennen lassen, weniger gilt dies von der fünften, welche mir entweder nach einem anderen Thiere oder bei Sonnenbeleuchtung gemalt zu sein scheint, welche letztere, wie wir später sehen werden, eigenthümliche gleichsam ausser der Reihe liegende Schillerfarben zur Anschauung bringt. So dunkel, fast am ganzen Leibe schwarz, wie ich einzelne meiner Thiere oft gesehen habe, scheinen sie van der Hoeven nie vorgekommen zu sein, wenigstens ist seine dunkelste Figur, Tafel V, noch in viel lichteren Tinten gehalten.

Der Verfasser bemerkt ferner im Texte sehr richtig, dass ein weisser Streif, der vom Kinn bis zum After geht, seine Farbe nie verändert und ebenso wenig die *vola manus* und *planta pedis* und dass auch die Innenseite der Arme und Schenkel verhältnissmässig schwachen Veränderungen unterworfen ist, kurz man kann sagen, dass er die äusseren Erscheinungen des Farbenwechsels vollständig beobachtet habe, mit einziger Ausnahme der Umkehr der Zeichnung, d. h. der Verwandlung der dunkleren Partien in die helleren und der helleren in die dunkleren, die er nur an den Kopfstreifen gekannt zu haben scheint, von denen es heisst: „semper conspiciuntur, sed diverso admodum colore; flavae nempe, aut virides aut bruneae, aut fere nigrae. Hinc etiam interdum capitis color universus obscurior erat striis illis, quae pro diversa coloris mutatione clariores observabantur aut distinguebantur difficilius."

Auch in Rücksicht seiner Ansicht von der Mechanik des Farbenwechsels stellte sich van der Hoeven auf einen richtigeren Standpunkt als seine Vorgänger, indem er sich von den Hypothesen derselben entfernt hielt, und dafür die Haut genau untersuchte und in ihr das später zu beschreibende dunkle Pigment fand, von dessen Veränderungen er den Farbenwechsel abhängig macht. Er scheint sich unter diesen Veränderungen Farbenveränderungen gedacht zu haben, legt aber darauf keinen grossen Werth, indem er schlüsslich sagt: „Hoc uno contentus ero, si concedatur mihi sedem coloris in pigmento cutaneo esse, cujus mutatio qualiscunque diversi coloris causa sit."

Somit können wir sagen, dass diese gediegene Arbeit den Übergang zu einer neuen Periode unserer Geschichte bildet, deren durch die mächtige Einwirkung der verbesserten Vergrösserungsmittel umgewandelter Charakter drei Jahre später noch schärfer in den Untersuchungen hervortritt, die Milne-Edwards an zwei in Savart's Besitz befindlichen Chamäleonen anstellte, und deren Resultate ich wegen ihrer Wichtigkeit für den gegenwärtigen Standpunkt mit den Worten des Verfassers wiedergeben muss. In den *Annales des sciences naturelles*, Serie II, T. I, p. 48, heisst es von diesen Thieren:

„L'un de ces reptiles, que nous désignerons par le numero I, était habituellement d'un gris violacé; pendant la nuit, lorsqu'il était profondément endormi il devenait d'un gris blanchâtre; de temps en temps il présentait le long des flancs de taches d'un jaune sale, et quelquefois il se formait sur différentes parties de son corps d'autres taches rouges ou même d'un violet très foncé. Enfin, quelques jours avant sa mort, il avait pris une teinte jaunâtre et s'était recouvert de petits points noirs miliaires, qui peu à peu se sont étendus de façon à former des taches continues et à couvrir presque tout le corps."

„Le Caméléon n° II était ordinairement d'un vert bouteille très foncé, tirant sur le noir; profondément endormi il devenait comme le précédent, d'un blanc jaunâtre sale, et pendant le jour on lui voyait souvent, le long des flancs, des taches vert pomme, tandisque le reste du corps était d'un vert bouteille; lorsqu'il était placé à la fenêtre et avait l'espoir de se sauver, cette teinte de vert pomme s'étendait partout. Enfin, lorsqu'il est tombé malade, il s'est manifesté sur son corps quelques taches jaunâtres, mais il a conservé jusqu'à sa mort la couleur générale d'un vert glauque qui lui était habituelle."

„Ce Caméléon changeait de couleur plus facilement que le précédent; mais chez l'un et l'autre ces variations ne se faisaient que lentement: du reste elles étaient complètement indépendantes de la distension plus ou moins considérable du corps de l'animal. Souvent on voyait ces Caméléons s'enfler extrèmement sans présenter aucun changement de couleur, et d'autres fois on voyait ces modifications survenir sans être précédées d'aucun changement de volume. L'observation directe venait donc détruire toutes les hypothèses à l'aide desquelles les naturalistes avaient cherché à expliquer les changemens de couleur des Caméléons par les effets de la distension plus ou moins considérable de leurs poumons; mais elle ne jetait encore aucune lumière sur la cause réelle de ce phénomène: pour m'élairer à ce sujet, j'éus recours à l'anatomie."

„Immédiatement après la mort du Caméléon n⁰ I, je détachai un lambeau de la peau sur laquelle on voyait à la fois la couleur rouge noirâtre déjà signalée et une large tache grise jaunâtre, et je l'examinai à l'aide d'une forte loupe."

„La surface de la peau est, comme on le sait, hérissée d'une foule de petits tubercules arrondis entre lesquels on aperçoit des granulations beaucoup plus fines. Quelques naturalistes avaient pensé que les changemens de couleur des Caméléons dépendaient de ce que ces tubercules étaient jaunâtres et le fond de la peau d'une autre couleur, et que, lorsque la peau était contractée sur elle-même, on voyait les premiers, tandis que lors de la distension de cette membrane ces points se perdaient, pour ainsi dire, sur le fond qui se découvrait à la vue; mais il n'en est point ainsi, car, dans les parties de la surface du corps les plus foncées, comme dans celles qui étaient les plus claires, c'était précisément au-dessous de ces tubercules que la teinte locale était la plus prononcée."

„Dans les parties de la peau colorées en rouge noirâtre, il était facile de s'assurer, à l'aide de la loupe, que la couleur gris jaunâtre, propre aux parties voisines, n'avait pas entiérement disparu, mais était en quelque sorte masquée par une infinité de points d'un rouge violacé plus ou moins foncé; chaque tubercule en était criblé, et, observés à l'oeil nu, ces points paraissaient en occupper toute la surface; entre les tubercules on apercevait aussi des points de même couleur, seulement en moindre nombre. Enfin à la face inférieure de la peau cette teinte foncée paraissait encore plus intense."

„Là, oú la peau ne présentait pas cette couleur violacée, on n'apercevait à sa surface externe qu' une teinte gris jaunâtre plus intense au-dessus des tubercules cutanés que dans les intervalles qui les séparaient; et, dans quelques points, le long des flancs et en dessous du corps, elle était plus blanche que partout ailleurs, tandis que vers l'épine du dos elle tirait davantage sur le jaune. En tendant la peau de façon à écarter les tubercules dont elle est garnie, on ne changeait pas notablement sa couleur; mais en l'examinant par sa surface intérieure, on y retrouvait la même couleur rouge violacée tirant sur le noir, qui ailleurs se voyait au-dehors aussi bien qu'en dedans."

„Il me parut donc évident qu'il existait partout dans la peau de cet animal deux pigmens bien distincts; savoir, une matière d'un gris plus ou moins jaunâtre ou blanchâtre suivant les endroits ou on l'observait et un pigment d'un rouge violacé et noirâtre, et que les différences de couleur que je rencontrais dans cette membrane dépendaient de ce que tantôt cette dernière se voyait à la surface à travers l'épiderme, et mêlée en quelque sorte à la première, tandis que d'autres fois elle était cachée au-dessous de la couche grisâtre."

„Ce fait constaté, il devenait probable que la formation des taches d'un rouge violacé plus ou moins foncé que l'on avait vues apparaître d'une manière transitoire pendant la vie de l'animal, et s'effacer ensuite, dépendait d'un déplacement dans le pigment de la couche profonde; le mélange de la teinte qui lui est propre avec celle du pigment de la couche superficielle pouvait en effet expliquer tous les phénomènes observés pendant la vie, et ce qui me confirma dans cette opinion fut le changement qui s'opéra dans le cadavre peu de temps après la mort; la teinte rouge noirâtre, comme nous l'avons déjà dit, s'étendait alors sur presque toute la surface de son corps; mais ayant posé l'animal sur un marbre un peu froid, je vis ces taches se rétrécir considérablement et dans certains endroits disparaître complètement. Dans les

points où la couleur s'était ainsi modifiée le pigment noirâtre cessa de se montrer au-dessous de l'épiderme. et ne se retrouva plus qu' au-dessous du pigment grisâtre par lequel il était complètement recouvert."

„En appliquant sur la peau de l'animal, dont la vie venait à peine de s'éteindre, de l'alcool concentré, je fis aussi disparaître presqu' entièrement la couleur violacée noirâtre des points expérimentés, et je les ramenai à la teinte qui, pendant la vie du Caméléon, se voyait partout lors d'un sommeil profond. La plupart des acides énergiques produisirent le même effet; mais en touchant avec une dissolution alcaline une partie de la peau qui offrait naturellement la teinte grise jaunâtre propre au pigment superficiel, je déterminais le changement inverse: la couleur passa de suite au rouge noirâtre."

„Enfin, il me fut même possible de faire passer des lambeaux de la peau, détachés de l'animal, de la couleur gris jaunâtre qu'ils offraient à un rouge violacé plus ou moins intense et presque noirâtre, en employant seulement des moyens mécaniques propres à refouler le pigment profond vers la superficie du derme; et, en examinant au microscope les points ainsi modifiés, je leur trouvai le même aspect qu'à ceux teints d'une manière semblable par les procédés physiologiques dont je cherchais à dévoiler la nature."

„Les résultats étant les mêmes, on pouvait présumer que les causes devaient être analogues, et on pouvait alors conclure que pendant la vie, le pigment profond, en se cachant dans la substance du derme ou en se montrant en plus ou moins grande abondance au milieu de la couche de pigment superficiel, occasionait les phénomènes de coloration et de décoloration dont nous avons décrit plus haut toutes les phases. Mais comment ce pigment profond pourrait-il se mêler au pigment superficiel et s' en retirer alternativement? Pour résoudre cette question, j'eus encore recours à l'observation de la structure de la peau."

„Ayant fait digérer pendant quelque temps un lambeau de cette membrane dans une dissolution alcaline assez concentrée, afin de dissoudre ou de rendre transparentes les parties qui masquaient la disposition du pigment, j' en fis la dissection sous la loupe, et je vis distinctement que la matière colorante noirâtre se trouvait renfermée dans une foule de petites cavités logées dans la substance du derme et donnant naissance chacune à des ramifications d'une grande finesse qui s'élevaient jusqu' auprès de l'epiderme en traversant la couche superficielle du pigment grisâtre, qui paraissait comme épanchée à la surface du derme, et représentait assez bien la tunique appelée par les anatomistes réseau muqueux."

„D'après cette disposition, il devenait facile de comprendre comment le pigment profond pouvait alternativement se montrer au milieu du pigment superficiel et en dominer plus ou moins complètement la couleur, ou bien se cacher au-dessous de lui; pour produire le premier de ces phénomènes, il suffirait que le fond des utricules se contractât ou fût comprimé par le resserrement de la partie profonde du derme, de façon à faire refluer dans les ramifications, dont leur surface est hérissée, la matière contenue dans leur intérieur, et à la rendre visible au-dehors. Pour ramener ensuite la peau; ainsi colorée, à sa teinte gris jaunâtre, il suffirait aussi de la contraction ou de la compression de ces ramifications superficielles qui, en se vidant dans l'utricule placé au-dessous, perdraient leur couleur et disparaîtraient plus ou moins complètement."

„Du reste ce phénomène ne serait pas unique dans la nature. Plusieurs mollusques céphalopodes présentent quelque chose d'analogue; la peau de ces animaux est ornée d'une infinité de taches diversement colorées qui paraissent et disparaissent alternativement, et, si l'on en place un lambeau sous le microscope, on voit que ces changemens dépendent de la contraction de petites vésicules remplies d'un liquide coloré, qui s'etendent de la surface de la peau assez profondément dans sa substance. Lorsque l'une de ces taches apparaît, le liquide, qui joue ici le rôle de pigment, est poussé vers la partie superficielle de la vésicule et s'y étale, tandis que, lors de sa disparition, il est refoulé en dedans par la contraction de cette même partie superficielle qui devient alors un point presqu' invisible."

„La dissection de notre second Caméléon a confirmé les résultats obtenus par les recherches dont il vient d'être question; car nous y avons trouvé deux pigmens bien distincts: l'un superficiel, jaunâtre ou blanc, suivant les parties du corps examinées; l'autre profond et d'une teinte vert bouteille tirant sur le

noir. Or, il est évident que le mélange de ces deux couleurs, et la prédominence de l'une sur l'autre devaient produire tous les changemens observés pendant la vie de l'animal."

„Du reste, ce pigment verdâtre m'a paru avoir la plus grande analogie avec le pigment violacé qui se trouvait chez le Caméléon précédemment étudié; il se comportait de la même manière avec les réactifs chimiques, et, suivant que la lumière le frappait de telle ou telle manière, il paraissait d'un vert bouteille très intense ou offrait une teinte tirant sur le violet."

„On connaît plusieurs substances colorantes qui, vues par transparence ou par réflection, ou bien observées en masses plus on moins denses, changent également de teinte; le rouge-vert du Carthame nous offre un exemple remarquable de ce phénomène, et il nous paraît probable que la différence qui existait entre la teinte du pigment profond chez nos deux Caméléons dépendait de quelque leger changement dans son état de cohésion; si cela était, le même individu pourrait présenter, non seulement les changemens que nous avons observés, mais aussi passer du vert au violacé."

„Quoi qu'il en soit nous voyons:

1. Que le changement de couleur des Caméléons ne dépend essentiellement ni du gonflement plus ou moins considérable de leur corps et des changemens qui peuvent en résulter sur l'état de leur sang ou de leur circulation, ni de la distance plus ou moins considérable que les tubercules cutanés laissent entre eux; bien que ces circonstances exercent probablement quelqu'influence sur ce phénomène.

2. Qu'il existe dans la peau de ces animaux deux couches de pigment superposées, mais disposées de façon à pouvoir se montrer sous l'épiderme simultanément, ou bien à se cacher l'une au-dessous de l'autre.

3. Que tout ce qu'il y a d'anomal dans les changemens de couleur éprouvés par les Caméléons, peut être expliqué par l'apparition du pigment de la couche profonde en quantité plus ou moins considérable au milieu du pigment de la couche superficielle, ou sa disparition au-dessous de cette couche.

4. Que ces déplacemens du pigment profond peuvent effectivement avoir lieu, et que c'est probablement à leur suite que la couleur du Caméléon change pendant la vie, comme elle peut encore changer après la mort.

5. Qu'il existe une grande analogie entre le mécanisme à l'aide duquel ces changemens de couleur paraissent avoir lieu chez ces reptiles et celui qui détermine l'apparition et la disparition successive des taches colorées dans le manteau de divers molluques céphalopodes."

Seit dieser wichtigen Arbeit sind, so viel ich weiss, ausser dem unglücklichen völlig nichtssagenden und leeren Versuche von Paul Gervais, dessen ich schon oben (p. 189) erwähnte, nur einige Bemerkungen von Mieg über den Farbenwechsel erschienen (Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel vom Aug. 1838 bis Juli 1840, Basel 1840, 8°. S. 5), aber auch diese enthalten, da sie im Grunde nur in einer Aufzählung der Farben bestehen, die an den Thieren beobachtet wurden, und schlüsslich die Vermuthung geäussert wird, dass wohl Licht und Wärme die gewöhnlichen Ursachen der Farbenveränderung sein mögen, nichts Neues mehr für den Leser, und ich schliesse desshalb hiermit die Aufzählung der Originalarbeiten, welche über unseren Gegenstand erschienen sind, indem ich die Resultate von Milne-Edwards zum Ausgangspunkte meiner eigenen Untersuchungen mache. Ehe ich jedoch zu denselben übergehe, muss ich, um in der Folge dem Leser besser verständlich zu werden, einige Worte über Farben und Zeichnung meiner Chamäleonen voranschicken.

Die Farben, welche ich an ihnen beobachtete waren folgende:

1. Alle Uebergänge vom Orange durch Gelb, Grün bis zum Blaugrün.
2. Die Uebergänge von jeder dieser Farben durch Braun oder Graubraun in Schwarz.
3. Weiss, blasse Fleischfarbe, Rostbraun, Lilagrau, Blaugrau, neutrales Grau.
4. Mehrere Schillerfarben zwischen Stahlblau und Purpur.

Die unter Nr. 4 genannten Farben wurden jedoch nur bei Sonnenbeleuchtung, wenn das Thier zugleich sehr dunkel war, gesehen.

Wenn schon in diesem Verzeichniss der Farben, welche ich überhaupt an meinen Chamäleonen wahrgenommen habe, manche Schattirungen gar nicht vertreten sind, so ist die Zahl der Farben, welche nach einander an ein und derselben Hautstelle vorkommen können, und somit der Spielraum des Farbenwechsels noch viel beschränkter.

Sehen wir zuvörderst von den unter Nr. 4 angeführten Farben ab, welche bei Sonnenbeleuchtung auf jeder sonst wie immer gefärbten Hautstelle auftreten können, wenn dieselbe so dunkel wird, dass sie bei schwächerer Beleuchtung schwärzlich erscheinen würde; dann ergeben sich für die übrigen folgende Regeln:

1. Wenn eine Stelle einmal gelb erscheint, so kann sie nur verschiedenartig grün, mehr oder weniger schmutzig braun, schmutzig grau und schwarz werden.

2. Wenn eine Stelle die blasse Fleischfarbe zeigt, so kann sie nur die verschiedenen Tinten zwischen Rostbraun und Graubraun annehmen und durch die dunkleren Schattirungen derselben in Schwarz übergehen.

3. Wenn eine Stelle weiss erscheint, so kann sie nur in neutrales Grau, Blaugrau, Violetgrau und endlich von diesen Tinten aus oder durch Braun in Schwarz übergehen.

Da unsere Sprache für die Bezeichnung der Farben so arm ist, und wir es bei den Chamäleonen mit so vielen unreinen Tinten zu thun haben, so konnte ich den Spielraum des Farbenwechsels nur mit groben Zügen umgrenzen. Besser als aus einer solchen Beschreibung werden die Marken desselben für Alle, die in der Chromatik bewandert sind, aus dem hervorleuchten, was ich über die Mechanik eben jenes Wechsels und über das Zustandekommen der einzelnen Farben zu sagen habe.

Was die Zeichnung der Thiere, wie ich sie an meinen Exemplaren beobachtete, anlangt, so stimmte sie im Ganzen mit dem überein, was van der Hoeven's Tafeln zeigen, und ich will hier die einzelnen Elemente jener Zeichnung herzählen und mit besonderen Namen belegen.

1. Den Bauchstreif nenne ich einen unveränderlich weissen nur schmalen Streif, der sich vom Kinn bis zum After erstreckt.

2. Die Lateralflecken nenne ich zwei Reihen länglicher Flecken, welche sich zu beiden Seiten des Rumpfes in Form zweier unterbrochener Flankenstreifen hinziehen. Sie sind in Fig. 1 mit *a* bezeichnet.

3. Die Kopfstreifen nenne ich ein System von Streifen, welche auf beiden Seiten des Kopfes gegen die Augenliedspalte hin radienförmig convergiren.

4. Die Stippchen nenne ich die kleinen Flecken von zwei bis vier Millimeter Durchmesser, welche über den ganzen Körper zerstreut sind.

5. Die Binden nenne ich die gezackten Flecken (Fig. 1 *c*), welche zu beiden Seiten in ziemlich regelmässigen Abständen gegen den Rücken aufsteigen, und sich in analoger Weise auf dem Schwanze und den Extremitäten fortsetzen.

Diese Elemente trennen sich vom Grunde sowohl durch ihren Farbenton, als durch grössere Helligkeit und Dunkelheit ab, und die Veränderung der Zeichnung besteht wesentlich darin, dass einzelne derselben minder auffallend und deutlich werden, ja sie können sogar, wenn sie sich in Rücksicht auf den Farbenton nur wenig vom Grunde unterscheiden, fast ganz verschwinden, und es gibt Thiere, wie ich ein solches besitze, an denen man wochenlang keine Spur von einer Zeichnung sieht. Am beständigsten zeigen sich noch die Lateralflecken, namentlich die obere Reihe derselben, und demnächst die Kopfstreifen; weniger die Stippchen und die Binden, welche letztere, wenn sie hervortreten, sich aus einer Gruppe von Stippchen, welche sich allmählich mit einander verbinden, gleichsam hervorbilden.

Wenn die Thiere in voller Zeichnung stehen, so sind in der Regel, wie in Fig. 1, die Lateralflecken heller, die Kopfstreifen, Stippchen und Binden aber dunkler als der Grund. In einzelnen Fällen aber kehrt sich das Verhältniss um, so dass die Lateralflecken dunkler, die übrigen Theile der Zeichnung aber heller als der Grund sind, und sich somit diese zu der früheren verhält, wie ein positives Lichtbild zu

dem dazu gehörigen negativen. Dass man diesen überraschenden Wechsel an der vollen Zeichnung wahrnimmt, ist freilich ziemlich selten, sehr häufig aber sieht man, wenn sonst keine deutliche Zeichnung vorhanden ist, die Lateralflecken sich dunkel gegen den Grund absetzen, ja bei einigen Chamäleonen ist dies so häufig, dass es zur Regel, das Gegentheil zur Ausnahme wird. Ganz besonders oft habe ich diese Umkehr der Zeichnung am Morgen beobachtet, während sie sich später am Tage wieder verlor.

Nach diesen Vorbemerkungen kann ich zu den Untersuchungen selbst übergehen.

Um mir eine mehr ins Einzelne gehende Vorstellung von den Erscheinungen des Farbenwechsels zu verschaffen, fing ich damit an, die Haut des lebenden Thieres mit dem einfachen Mikroskope zu untersuchen. Als letzteres diente mir das Linsenspiel Nr. 2 eines grossen Instrumentes von Nachet, welches ich mit der rechten Hand führte, während ich das Thier, an dem ich zuvor die zu untersuchende Stelle mit Speichel befeuchtet hatte, mit der linken so in das Sonnenlicht hielt, dass ich es einerseits zwischen dem Daumen und dem Zeigefinger, andererseits zwischen der Hohlhand und den übrigen Fingern eingeklemmt hatte. — Das Befeuchten mit Speichel ist durchaus nothwendig, weil man dadurch die zahllosen kleinen Reflexe von der Oberfläche tilgt, und sich den Anblick der darunterliegenden Objecte eröffnet. Man sieht dann auf jedem Hauttuberkel, ausser der mehr oder weniger oder gar nicht von schwarzen Punkten unterbrochenen Localfarbe, zahlreiche glitzernde Punkte von verschiedenen Farben. Der Glanz dieser Farben und ihre grosse auf einen engen Raum zusammengedrängte Mannigfaltigkeit machten es mir sogleich wahrscheinlich, dass ich es hier nicht allein mit Pigmenten, sondern auch mit Interferenzerscheinungen zu thun habe. Nachdem ich ein Chamäleon getödtet hatte, konnte ich mich davon hinreichend überzeugen. Als ich eine Gruppe von Hauttuberkeln in dünnen Schnitten von oben nach unten abtrug und diese unbefeuchtet unter das zusammengesetzte Mikroskop brachte, sah ich, dass in der Tiefe der Epidemis eine Schicht platter polygonaler Zellen liegt, welche lebhafte Interferenzfarben zeigen. Später verschaffte ich mir dieselben Zellen noch bequemer und reinlicher dadurch, dass ich die Epidermis in kleinen Lappen loslöste; dann bleibt immer eine Anzahl derselben an der Rückseite haften. Besonders gut gelingt dies am Kopf, wo die Tuberkeln gross und flach sind und jedes derselben ein Epidermisschildchen bedeckt, welches man einzeln wegsprengen kann.

Die Zellen sind platt und meistens sechseckig, häufig fünf-, selten vier-, und noch seltener dreieckig. Ihre Figur ist dabei immer von ziemlich geraden Seiten begrenzt. Ihr grösster Durchmesser beträgt 18 bis 32 Millimillimeter, ihr kleinster 13 bis 23.

In der Mitte gewahrt man häufig einen Kern, häufig aber auch nicht. Ihre Wände sind einander sehr genähert und sie enthalten sicher keine Spur von flüssigem Inhalt, denn sie behalten ihre Farben, wenn sie trocken aufbewahrt werden; dagegen verlieren sie dieselben, wenn man sie unter dem Mikroskope mit irgend einer Flüssigkeit zusammenbringt, welche sie benetzt.

Dies geschieht in gleicher Weise, man mag Alkohol, Äther, Terpenthinöl oder Wasser anwenden; bei letzterem bleiben bisweilen rundliche Stellen unbenetzt, die dann ihre Farben behalten. Auf Grund dieser Beobachtungen kann man auf dem Wege des Ausschliessens höchst wahrscheinlich machen, dass die dünne durch zweimalige Reflexion die Farben erzeugende Schicht aus nichts anderem als Luft bestehe.

Da die Farben sehr intensiv sind, so muss der Unterschied zwischen der Brechkraft der Hornsubstanz und der der dünnen Schicht ein sehr bedeutender sein. Da aber die Hornsubstanz selbst schon einen recht hohen Brechungsindex besitzt, so muss die dünne Schicht entweder aus einem sehr schwach brechenden oder aus einem ausserordentlich stark brechenden Medium bestehen. Wenn das Medium ein sehr stark brechendes ist, so kann es nur dadurch unwirksam gemacht werden, dass es entweder gelöst wird, oder dass ein Medium eintritt, dessen Brechungsindex zwischen dem seinen und dem der Hornsubstanz liegt. Letzteres findet im concreten Falle nicht statt, da alle genannten Flüssigkeiten schwächer brechen als die Hornsubstanz, ersteres ist höchst unwahrscheinlich, da es wohl keine thierische Substanz geben möchte, die gleich gut von Wasser, Alkohol, Äther und Terpenthinöl aufgelöst wird. Es bleibt also nur

noch übrig, dass die Substanz der dünnen Schicht sehr schwach brechend sei, und zwar muss sie viel schwächer brechend sein als Wasser, da die Farben sofort verschwinden, wenn Wasser an ihre Stelle tritt. So wird man darauf geführt, dass die dünne Schicht nur gasförmig und in Rücksicht auf den Ort des Vorkommens nur aus den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft zusammengesetzt sein könne.

Diese Zellen, die der Beobachtung von Milne-Edwards entgangen sind und auf die desshalb seine Theorie keine Rücksicht nimmt, will ich schlechtweg Interferenzzellen nennen. Sie kommen an allen Tuberkeln, selbst an denen des weissen Bauchstreifes vor, dagegen kann ich nicht mit Sicherheit sagen, ob sie immer das ganze Tuberkel decken, denn ich habe sie auf den Kuppen häufig vermisst, was indessen nicht beweist, dass sie dort nicht vorhanden waren, weil es nicht immer nothwendig gelingt, sie von den darunter liegenden undurchsichtigen Theilen zu trennen. Ich kann desshalb auch nicht mit Sicherheit angeben, ob sie überall mehrfach übereinander liegen, häufig aber ist es der Fall. Gewiss ist es, dass sie der Epidermis selbst angehören, denn sie werden bei der Häutung theilweise mit abgestossen. Die nicht abgestossenen müssen in gemeine Oberhautzellen verwandelt werden, denn unmittelbar nach der Häutung findet man statt der schön gefärbten Interferenzschicht nur eine Lage von Zellen, die bei durchfallendem Lichte bräunlichgelb gefärbt sind. Die neue Interferenzschicht entsteht also später, und die Ausbildung der hohlen Zellen, aus denen sie besteht, hängt wahrscheinlich in eigenthümlicher Weise mit den mechanischen Verhältnissen des Wachsthums der Oberhaut zusammen.

In Figur 2 habe ich beispielsweise eine Gruppe solcher Interferenzzellen, wie sie an dem Epidermisschildchen eines Tuberkels beim Absprengen desselben kleben geblieben waren, treu nach der Natur abbilden lassen. Ihre Farben, die hier, wo sie bei durchfallendem Lichte dargestellt sind, natürlich die Complemente zu denen bilden, welche sich im auffallenden Lichte zeigen, gehören wie die aller übrigen Zellen, die mir in dieser Interferenzschicht zu Gesicht gekommen sind, sämmtlich dem zweiten Systeme der Newton'schen Farbenringe an, und werden einerseits durch das Gelb, andererseits durch das Blau desselben begrenzt [1]), wie dies die Vergleichung des Präparats mit einem Gypskrystalle zeigte, der keilförmig zugeschnitten und zwischen zwei mit einem Mikroskop verbundene Nicol'sche Prismen gebracht war.

Es ist klar, dass die Interferenzerscheinungen sich mit den von den tiefer liegenden Pigmenten hervorgebrachten Farben combiniren können; von diesen unterscheiden kann man sie aber mit unbewaffneten Augen nicht, nur wenn ein Thier sehr dunkel, fast schwarz und dabei stark beleuchtet war, habe ich sie in Gestalt der oben bei Nr. 4 aufgeführten Schillerfarben selbstständig auftreten gesehen.

Ich will hier zugleich anführen, dass bei den Schlangen der oft so prächtige Schiller dieser Thiere, den man an dem schwarzen Bauche jeder Ringelnatter sehen kann, nicht von Interferenzzellen herrührt, sondern von einem System paralleler Furchen, welches sich an jeder Schuppe findet.

Es werden also diese Interferenzfarben nicht wie die der Chamäleonen nach dem Principe der dünnen Blättchen, sondern nach dem Principe der schmalen Leisten, wie die Farben der irisirenden Knöpfe erzeugt. Der Abstand der Leisten von einander, den ich an einem Bauchschilde von *Tropidonotus natrix* mass, betrug von der oberen Kante der einen bis zur oberen Kante der anderen 0,00072 Millimeter.

Bei keiner Familie der Amphibien spielen wohl die Interferenzzellen mit den Farben, welche sie erzeugen, eine so grosse Rolle als bei den Fröschen, unter denen sich wiederum das Genus *Hyla* durch Schönheit und Mannigfaltigkeit der Farben ganz besonders auszeichnet. Ausser dem bekannten schwarzen und einem gelblichen Pigmente, welches in der Haut dieser Thiere verbreitet ist, trägt dieselbe unter der Epidermis aber über den schwarzen Pigmente eine Schicht von Zellen, deren feinkörniger und wahrscheinlich krystallinischer Inhalt zu den prachtvollen Interferenzerscheinungen Veranlassung gibt, welchen das Thier die schöne grüne Farbe, in welche es gekleidet ist, so wie den Perlmutterglanz seiner Flanken und Schenkel verdankt.

---

[1]) Vergleiche E. Brücke über die Aufeinanderfolge der Farben in den Newton'schen Ringen. Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, Bd. LXXIV, p. 583.

Diese Zellen, welche man bisher fälschlich für Pigmentzellen ansah, sind auf der Rückseite des Kopfes, des Rumpfes und der Glieder, wo sie wie die Pflastersteine eine dicht neben der andern liegen, polygonal, nach der Bauchseite zu, wo sie weiter auseinander gerückt sind, sind sie vielfach verästelt, ganz so wie man dies so oft an den schwarzen Pigmentzellen sieht. Die Farben gehören dem dritten Newton'schen Ringsysteme an und sind im auffallenden Lichte: Meergrün, brillantes Grün, blasses Gelbgrün, falbes Gelb und sogenannte Fleischfarbe, das heisst ein mit viel weiss gemischtes röthlichtes Orange, im durchfallenden Lichte röthlich Orange, Roth, Purpur, Graublau und Meergrün. An den schön grünen Theilen des Thieres kommen indessen nur die ersten drei Farben vor, die beiden letzten finden sich nur an den grauen oder weisslichen, perlmutterglänzenden. Zur Untersuchung empfehle ich namentlich den Theil der Schenkelhaut, wo die grüne Farbe in Weiss übergeht, weil man hier die grösste Mannigfaltigkeit der Farben und Formen findet und nicht durch das unterliegende schwarze Pigment gestört wird, welches die Haut des Rückens in der Regel ganz undurchsichtig macht. Am besten breitet man ein solches Hautstück einfach mit der Fleischseite nach unten auf dem Objectträger aus, und betrachtet es abwechselnd bei auffallendem und bei durchfallendem Lichte, ohne es mit Wasser zu befeuchten oder mit einem Deckglase zu bedecken; man muss jedoch die Untersuchung beendigen, ehe das Präparat eintrocknet, denn sonst schwinden die schönen Farben, die Zellen sind ihrer Form nach noch zu erkennen, aber bei auffallendem Lichte sind sie grau, bei durchfallendem bräunlich. Hierdurch zeigt es sich schon bei der ersten rohen Untersuchung, dass das Medium, an dessen beiden Grenzflächen die interferirenden Wellensysteme reflectirt werden, ein anderes ist als in den Interferenzzellen der Chamäleonen.

Betrachten wir diese drei innerhalb eines engen Kreises gesammelten Beispiele und denken wir weiter hinaus an die schillernden Flügel vieler Schmetterlinge, an den prachtvollen Metallglanz mancher Käfer und an die zum Theil noch ganz ununtersuchten Farbenerscheinungen an vielen Seethieren, so können wir wohl sagen, dass das Thierreich einen Reichthum an optischen Phänomenen enthält ähnlich dem, welchen das Paloriskop im Mineralreiche erschlossen hat, während die Pflanzenwelt, deren Farbenpracht unser unbewaffnetes Auge so sehr ergötzt, dem untersuchenden Optiker mit Ausnahme der durch Boeck bekannt gewordenen Polarisationsphänomene selten etwas anderes als die langweilige Erscheinung der Absorptionsfarben vorführt. Demjenigen, der sich der Arbeit unterzieht, die Farben der Thiere in Rücksicht auf ihre Entstehung einer umfassenden Untersuchung zu unterwerfen, ist gewiss eine reiche Ernte kleiner Entdeckungen aufbehalten, deren Gesammtheit einen höchst schätzbaren Beitrag sowohl für die Zoologie wie für die Chromatik bilden wird.

Kehren wir zu unseren Chamäleonen zurück und verlassen wir die Epidermis, um die Cutis zu untersuchen. Das erste was uns hier entgegentritt, ist das ***Pigment superficiel blanc***, *grisâtre*, *jaunâtre* von Milne-Edwards. Dasselbe bildet seine dichtesten Massen in den oberen Theilen der Cutis, erstreckt sich aber nach abwärts bis in das subcutane Bindegewebe, wo es sich so zwischen die anderweitigen Gewebtheile eindrängt, dass es frei in den Zwischenräumen derselben zu liegen scheint, nach dem Anblick aber, den einzelne Präparate gewährten, muss ich glauben, dass es ursprünglich in Zellen abgelagert wird, deren Fortsätze sich zwischen andere Gewebtheile eindrängen und dann durch den Wachsthum dieser noch weiter verschleppt werden. Sicher konnte ich dies nicht ermitteln, da das Object an und für sich wegen der Undurchsichtigkeit des Pigments bedeutende Schwierigkeiten darbot und mir auch die verschiedenen Entwickelungsstufen nicht zu Gebote standen.

Figur 3 zeigt einen Durchschnitt durch ein von der Epidermis befreites Hauttuberkel bei hundertmaliger Vergrösserung, auf das das Licht von oben frei auffällt, um das helle Pigment zu beleuchten und von dem dunkeln zu trennen, während das durchfallende Licht so weit abgeblendet ist, dass der Grund grau erscheint und die übrigen Gewebtheile sich nicht erkennen lassen. Die schwarz gefärbte Haut, aus der der Durchschnitt genommen ist, war einfach getrocknet und letzterer wurde dann in Wasser wieder aufgeweicht. Das in Rede stehende Pigment ist feinkörnig, in Kali löslich und der grössten Masse nach

weiss, nur der obere der Epidermis zunächst liegende Theil ist häufig gelb, namentlich an den Tuberkeln der Lateralflecken, der Kopfstreifen, der Binden und der Stippchen, weniger an denen des gemeinsamen Grundes für die Zeichnung, und hier wiederum am seltensten am Bauche, niemals an dem Bauchstreifen selbst. Das Gelb ist bei verschiedenen Thieren und an verschiedenen Hautstellen von verschiedenem Tone und verschiedener Intensität, und kann sich vom blassen Gelbweiss bis zum Hochorange steigern. Letzteres habe ich jedoch nur an den Lateralflecken eines meiner Chamäleonen wahrgenommen und auch hier nur an den kleinen Tuberkeln und am Rande der grösseren, während diese übrigens weiss waren.

Hierauf betrachten wir das *Pigment profond, rouge violacé, rouge noirâtre, vert de bouteille* von Milne-Edwards. Dieses dunkle Pigment, welches in der ganzen Haut mit Ausnahme des weissen Bauchstreifs vorkommt, liegt in verzweigten Zellen, deren Körper unter oder in der Hauptmasse des weissen Pigments gelagert sind. Wenn das Tuberkel an seiner Oberfläche schwarz erschien, so durchbohrten die zahlreichen Ausläufer das helle Pigment und verdeckten es, indem sie sich bis unmittelbar unter die Epidermis erstreckten und daselbst anschwollen, so dass sie einander berührten. Jede einzelne Zelle hat dann gewöhnlich das Aussehen einer Baumwurzel, deren Würzelchen gegen die Oberfläche gerichtet sind. Bisweilen gehen auch einzelne Würzelchen nach der Seite oder in die Tiefe, die sich ebenso wie die Ausläufer des weissen Pigments zwischen andere Gewebtheile eindrängen. Erschien die Oberfläche des Tuberkels hellfarbig, weiss oder gelb, so war der Körper der Zelle massiger, aber die Ausläufer waren theils verschwunden, theils verkürzt, so dass sie die Oberfläche nicht erreichten [1]). Ich überzeugte mich aber bald, dass diese Verkürzung nur scheinbar war, indem nur das Pigment in die Tiefe zurückgetreten war, die Ausläufer selbst aber nicht eingezogen sondern nur entleert dem Auge entschwanden. Es zeigte sich dies darin, dass in einigen Ausläufern und ihren Ästen einfache Reihen ven Pigmentkörnern zurückgeblieben waren, welche dieselben noch kenntlich machten [2]).

Aus diesem Allen konnte ich entnehmen, wie Milne-Edwards recht hatte, zu sagen, dass dieses dunkle Pigment bald an die Oberfläche komme, bald in die Tiefe zurückgehe und dass dadurch die Farbe des Thieres verändert werde; dieses Pigment war aber weder roth noch violet noch bouteillengrün, sondern schwarz und wie fast alles schwarze Pigment im Thierreiche in dünnen Schichten mit brauner Farbe durchscheinend. Milne-Edwards behandelte seine Präparate mit Kali, um sie durchsichtiger zu machen, und hierdurch ist er wohl in sofern getäuscht worden, als dieses in der That den Inhalt der besagten Zellen theilweise mit rother und schön violeter Farbe löst; was ihn aber verleitete, denselben bouteillengrün zu nennen, kann ich nicht errathen.

Dadurch, dass sich die Angaben von Milne-Edwards über die Farben des dunkeln Pigments nicht bestätigen, scheint uns plötzlich unser Ziel, die Erklärung des Farbenwechsels, welches er vollständig erreicht zu haben glaubte, wieder weit entrückt zu sein. Man könnte freilich glauben, dass die von mir oben beschriebene Interferenzschicht die Mehrzahl der Farben erzeuge, wenn man sich aber hierbei beruhigen wollte, so würde man sich einem groben Irrthume hingeben. Die Inteferenzschicht ist bei gewöhnlicher Beleuchtung und wenn das Thier nicht sehr dunkel gefärbt ist, nur von höchst untergeordneter Wirkung,

---

[1]) Beide Zustände sind in Fig. 4 und Fig. 5 nach der Natur abgebildet. Die Präparate, welche dazu dienten, waren dünne senkrecht auf die Oberfläche geführte Schnitte der getrockneten Haut, welche mit Kalilösung durchsichtig gemacht waren.

[2]) Dies Verschwinden der Ausläufer an verzweigten Pigmentzellen lässt sich an unsern Fröschen, die bekanntlich auch die Farbe wechseln, leicht beobachten. Hier bemerkte es zuerst Axmann, der es aber, wie es scheint, irriger Weise für pathologisch hielt und der Resorption zuschrieb (*de gangliorum systematis structura penitiori ejusque functionibus, diss. inaug. Berolini 1847, 4°*). Vor Kurzem schrieb mir Herr Hofrath R. Wagner, dass er die Erscheinung gleichfalls in sehr auffallender Weise wahrgenommen habe. Ich selbst habe sie während meiner Versuche über die Mechanik der Entzündung (Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie, Juni und Juliheft 1849) sehr häufig gesehen und aus ihr Nutzen gezogen. Da ich jene Untersuchungen in einem kalten Klima, in Königsberg in Preussen, im strengen Winter begann, litt ich bisweilen Mangel an Fröschen und musste mich dann auch mit solchen begnügen, deren Schwimmhaut reichlicher mit Pigment versehen war, als es bei solchen Versuchen wünschenswerth ist. Oft, wenn ich einen Frosch aufgebunden hatte, erschien die Schwimmhaut ganz unbrauchbar, wenn ich aber dann wartete, bis das Thier einige Zeit in seiner peinlichen Lage zugebracht hatte, so verschwanden oft alle Ausläufer der Pigmentzellen, indem der Farbstoff in einen rundlichen Haufen in dem Körper der letzteren gesammelt wurde und ich konnte nun ungestört beobachten.

und ich sah alle Farben, welche ich im Eingange unter den Nummern 1, 2 und 3 aufgezählt habe, an einem Chamäleon, das eben gehäutet hatte und an dem noch keine deutlichen Interferenzfarben wieder wahrzunehmen waren. Alle diese Farben entstehen durch verschiedenartige Superposition und Juxtaposition der beiden beschriebenen Pigmente.

Es gibt eine grosse Menge von undurchsichtigen aber durchscheinenden Substanzen, welche, während sie in grossen Massen weiss, oder doch sehr wenig gefärbt erscheinen, in dünnen Schichten ein sehr verschiedenes Verhalten zeigen, je nachdem man sie bei durchfallendem Lichte betrachtet oder sie auf einem dunkeln Grunde ausgebreitet von oben her beleuchtet. Im ersteren Falle erscheinen sie braun, braungelb, rothgelb, ja selbst roth, im letzteren violetgrau oder graublau, ja nicht selten, wenn auch nicht in reinem doch in recht schönem Blau.

Dies kommt im gewöhnlichen Leben so oft zur Anschauung und drängt sich uns so sehr auf, dass Göthe dadurch veranlasst wurde, einen grossen Theil seiner Zeit und seiner Kräfte einer Farbenlehre zu widmen, in welche kommende Geschlechter wohl kaum noch einen Blick thun mögen, während die Harfe des todten Dichters mit ihren mächtigen Klängen Jahrtausende durchhallt.

Wenn wir die beschriebene Erscheinung einfach in die Sprache der Wissenschaft übersetzen, so sagen wir: Jene Körper reflectiren vorherrschend Licht von kurzer Schwingungsdauer, und lassen vorherrschend Licht von langer Schwingungsdauer durch. Auf die Art und Weise, wie sich dies aus den Lehrsätzen der Optik herleiten lässt, werde ich in einer eigenen Abhandlung näher eingehen, die Erörterung hierüber gehört zu sehr einem andern Felde an, als dass ich sie dieser wesentlich zoologischen Schrift hätte einverleiben sollen. Ich erinnere desshalb hier nur an die Thatsache selbst, für welche dem Anatomen und Physiologen gewiss die blaue Farbe der Regenbogenhaut eines der geläufigsten Beispiele sein wird. Die Iris des schönsten blauen Auges enthält keine Spur von einem blauen Pigmente und ihre Farbe rührt lediglich daher, dass ihr durchscheinendes Gewebe vor einer schwarzen Pigmentschicht ausgebreitet ist; sobald man diese entfernt, schwindet auch das Blau. Nach demselben Principe werden blaue und grüne Tinten bei den Eidechsen und Schlangen sehr häufig erzeugt. Untersucht man z. B. eine grüne Schuppe von *Lacerta viridis*, so findet man auf derselben zu unterst eine Lage von schwarzem und darüber eine dünne, durchscheinende von weissem oder gelbweissem Pigment, so dass, wenn man die Epidermis wegnimmt, die Schuppe blau oder blaugrün erscheint, je nachdem das helle Pigment mehr weiss oder gelblich ist. Die Epidermis selbst ist mit weingelber Farbe durchscheinend und verwandelt somit das Blau oder Blaugrün in die schöne grasgrüne Farbe, mit welcher das Thier geziert ist.

Ganz ähnlich verhält es sich mit unseren Chamäleonen. Betrachten wir zuerst eine Hautstelle, deren helles Pigment rein weiss ist, so wird diese weiss erscheinen, sobald das schwarze Pigment so weit in die Tiefe zurückgezogen ist, dass das helle darüber eine Schicht bildet, die dick genug ist, um undurchsichtig zu sein; sobald aber das schwarze Pigment sich der Oberfläche nähert, so wird das Weiss in Blaugrau übergehen und endlich, wenn es ihr schon sehr nahe gekommen ist, einer violetgrauen Farbe Platz machen, welche am besten der sogenannten Neutraltinte *(teinte neutre)* unter den Aquarellfarben verglichen wird, wie man diese Farbe auch bei der mikroskopischen Untersuchung von Hautdurchschnitten überall da wahrnimmt, wo die dünnsten Schichten von rein weissem Pigment über dunklem liegen. Je mehr aber das helle Pigment in seiner oberen Schicht gelb gefärbt ist, um so mehr wird die Erzeugung des Violet unmöglich werden, und je nach der Energie des Gelb, werden Blaugrün, Grün und Gelbgrün auftreten, welche natürlich wiederum mit der verschiedenen Dicke der hellen Schicht, welche über der dunkeln liegt, in Rücksicht auf Ton und Schattirung modificirt werden. In der That ist es leicht, sich zu überzeugen, dass die Tuberkeln, an denen die blauen und violeten Töne entstehen, wenn sie ihre hellste Farbe annehmen, weiss werden, während diejenigen, an welchen man die grünen wahrnimmt, nur bis zum Gelb verbleichen, und mit dem einfachen Mikroskope lassen sich die einzelnen Phasen des Farbenwechsels recht gut verfolgen.

Wir haben bis jetzt den Fall betrachtet, wo das schwarze Pigment gleichmässig gegen die Oberfläche vorrückt, es kommt aber auch vor, dass es in einigen Zellen ganz bis zur Oberfläche reicht, während es in den dazwischen liegenden in die Tiefe zurückgezogen ist. Man hat dann eine weisse oder gelbe Fläche mit schwarzen Punkten, die aber so klein sind, dass sie das blosse Auge nicht als solche unterscheidet, sondern ihr Eindruck mit dem des Grundes vermischt wird. Je mehr diese Anordnung Raum gewinnt, um so mehr verlieren die Farben an ihrer Schönheit und machen dem neutralen oder schmutzig gelblichen Grau Platz; dies sind die Farben durch Juxtaposition, welche die Mischungsfarben der beiden Pigmente darstellen, während bei dem früher betrachteten Falle der Superposition ganz neue Farben entstanden, welche durch blosse Mischung der Pigmente nicht erzielt werden können. Eben weil Milne-Edwards die Entstehungsweise dieser Farben nicht kannte, glaubte er das dunkle Pigment des Chamäleons für violet oder grün gefärbt halten zu müssen, weil er sich sonst die Entstehungsweise der vielen Farben des Thieres nicht zu erklären wusste.

Wir haben aber noch einen zweiten Fall der Superposition zu betrachten, nämlich den, bei welchem das dunkle Pigment vor das helle tritt. Geschieht dies in solchen Massen, dass das erstere eine undurchsichtige Schicht vor dem letzteren bildet, so wird die Hautstelle schwarz, so lange dies aber nicht der Fall ist, sondern das helle noch durch das dunkle hindurch wirkt, so entsteht, da das letztere mit brauner Farbe durchscheinend ist, die ganze Reihe der braunen Tinten, durch welche alle verschiedenen Farben des Thieres in Schwarz übergehen können. Ich habe endlich noch von einer blassen Fleischfarbe zu sprechen, welche ich an den Lateralflecken eines meiner Chamäleonen beobachtete. Bei der Untersuchung dieser Hautstellen ergab es sich, dass das helle Pigment derselben theilweise ganz weiss, theilweise hoch orange gefärbt war. Weiss an der Oberfläche war es namentlich auf den Kuppen der grösseren Tuberkeln, orange an den Rändern und an den kleinen Tuberkeln. In einiger Entfernung wurden beide Farben nicht mehr als gesondert unterschieden und gaben als Mischung eben jene blasse Fleischfarbe. Diese Flecken konnten gleichfalls durch verschiedene graue und braune Nüancen, die theils durch Juxtaposition, theils durch Superposition entstanden, in Schwarz übergehen.

Nachdem ich so gezeigt habe, wie die verschiedenen Farben zu Stande kommen, wollen wir zur Betrachtung der den Farbenwechsel veranlassenden Momente übergehen.

Da wir gesehen haben, dass der Farbenwechsel, wie Milne-Edwards richtig erkannt hatte, immer wesentlich darauf beruht, dass dunkles Pigment an die Oberfläche kommt oder in die Tiefe zurücktritt, so werden wir uns zunächst um die Veranlassung zu diesen Bewegungen zu kümmern haben, d. h. wir werden uns fragen: Wann färbt sich das Thier dunkel und wann hell? Unter den Einflüssen, die das Thier dunkel färben, steht, wie auch aus den Angaben vieler guter Beobachter hervorgeht, das Licht oben an, oder vielleicht drückt man sich, wie wir in der Folge sehen werden, ebenso richtig aus, wenn man sagt: Vor allem ist es die Dunkelheit, welche die Chamäleonen blass und hellfarbig macht. Wenn man ein Chamäleon in einen dunkeln Raum einsperrt, so findet man es schon nach wenigen Minuten blässer als vorher, nach zehn Minuten ist der Wechsel schon im hohen Grade auffallend, aber er nimmt bei längerem Aufenthalt im Dunkeln noch zu, so dass nach einer halben bis einer Stunde die Tinten in der Regel so verblichen sind, dass man von der Zeichnung nichts mehr erkennt, wenn sich nicht, wie dies meistens der Fall ist, die Elemente derselben durch eine gelbere Färbung des oberflächlichen Pigments auszeichnen. Ans Licht gebracht, wird das Thier sehr rasch, ja in wenigen Secunden wieder dunkel und ist nach einigen Minuten meist dunkler als es vor dem Versuche war. Den höchsten Grad der Dunkelheit erreichen die Chamäleonen, wenn sie sich behaglich sonnen, sie sind dann bisweilen an der dem Lichte zugewendeten Seite fast einförmig schwarz, die andere ist stets heller gefärbt und mehr oder weniger deutlich gezeichnet. Um zu sehen, in wiefern sich der Einfluss des Lichts auf die von demselben getroffenen Stellen beschränkt, oder sich über dieselben hinaus verbreitet, legte ich einem gut beleuchteten Thiere ein Halsband von Stanniol um; als ich dasselbe nach einigen Minuten abnahm, fand ich unter demselben einen hellen Streif.

Ich habe diesen Versuch seitdem oft und stets mit demselben Erfolge wiederholt, und ihn auch Anderen gezeigt. Auch habe ich oft Gelegenheit gehabt zu sehen, wie sich die Schlagschatten der nahe an den Körper gezogenen Extremitäten hell auf demselben abbildeten. Kurz, die Haut des Chamäleons dunkelt am Lichte wie Chlorsilber, und man kann sich im ersten Augenblicke kaum der Vorstellung erwehren, dass hier unter dem Einflusse des Lichtes ein chemischer Process vorgehe, von dem die Veränderung herrührt, so irrthümlich auch diese Ansicht, nach dem was wir bereits früher kennen gelernt haben, sein würde. Man kommt aber auch bald wieder von derselben zurück, wenn man, wie dies nicht selten geschieht, die Thierchen einmal ziemlich hellfarbig im vollen Sonnenlichte umherspazieren sieht. Dies kommt namentlich vor, wenn sie sich lebhaft bewegen oder bewegt haben, vom Fressen oder von einer ihrer häufigen und höchst possirlichen Raufereien zurückkehren u. s. w. In solchen Fällen unterscheiden sich indessen ihre Farben sehr wesentlich von denen, welche sie im Dunkeln annehmen, sie sind meist lebhaft, und auch wenn es sogenannte unbestimmte, d. h. mit Grau gemischte Farben sind, so erscheinen sie doch nie so blass und sind deutlich gemustert, während im Dunkeln die Tinten in der Weise verbleichen, dass die Zeichnung dadurch grösstentheils verwischt wird, indem an dem ganzen Thiere keine anderen Farben zu sehen sind, als weiss, gelbweiss und gelb, welche letztere Farbe an vielen auch nur blass ist, so dass man dann bei Lampenlicht durchaus gar keine Zeichnung erkennt.

Da die Thiere sich wie natürlich in der Sonne nicht unbeträchtlich erwärmten, so untersuchte ich zunächst, ob die Wärme als solche einen Einfluss auf die Farbe derselben ausübe. Zu dem Ende heizte ich einen Brütofen auf $33^1/_2{}^0$ C.; aber mehrere nach einander in denselben gesperrte Chamäleonen erblassten darin eben so rasch, wie in einem anderen dunkeln Raum von nur 16^0 C. Andererseits hatte ich, abgesehen davon, dass schon Spittal beobachtete, wie das blosse Licht einer Kerze eine Farbenveränderung hervorbringt, hinreichende Gelegenheit mich zu überzeugen, dass die Thiere von Strahlungen geschwärzt werden, deren erwärmende Wirkung wirklich gar nicht in Betracht kommen kann. So sah ich an einem trüben, sehr neblichen Octobermorgen an einem Chamäleon, das im Vogelbauer am Fenster stand, die dem Lichte zugewendete Seite sehr bedeutend dunkler als die andere; tiefer in das Zimmer gebracht und vor dem Lichte geschützt, erblasste es, wurde es aber wieder ans Fenster gebracht, so bedurfte es keiner Minute, um sich wieder dunkel zu färben. Ingleichen habe ich den oben beschriebenen Versuch mit dem Stanniolhalsbande auch an trüben Tagen mit Erfolg ausgeführt.

Aus allen diesen Versuchen ging klar hervor, dass es nicht die Temperatur-Erhöhung war, durch welche die Thiere unkler wurden, sondern dass die Strahlung irgend einen andern, uns unbekannten Einfluss auf sie ausübte. Es schien mir desshalb zunächst von Interesse, zu ermitteln, ob Strahlen von verschiedener Wellenlänge dieser Einfluss in gleichem oder in verschiedenem Masse zukommt. Die hierher gehörigen Versuche lassen sich nicht wie bei einem leblosen Gegenstande, einer Daguerre'schen Platte oder einem Talbotpapier, mit dem Flintglasprisma, den Gravesand'schen Schneiden und dem Heliostaten in physikalischer Genauigkeit ausführen, weil es ausser dem Lichte noch andere zum Theil mächtige Veranlassungen für den Farbenwechsel gibt. Indessen ist es mir gelungen, Einzelnes zu ermitteln. Wir sehen bekanntlich nur einen kleinen Theil der Strahlung, welche von glühenden oder brennenden Körpern ausgeht. Ein Theil der Strahlen kann die optischen Medien unseres Auges nicht durchdringen, weil in ihnen die Schwingungen zu langsam vor sich gehen, dies sind die dunkeln Strahlen, welche im Spectrum jenseits des Roth liegen, ein anderer Theil der Strahlen kann die optischen Medien unseres Auges nicht durchdringen, weil die Schwingungen in ihnen zu rasch vor sich gehen und dies sind die Strahlen, welche im Spectrum jenseits des Violet, oder genauer des Lavendelgrau liegen. So werden von uns nur diejenigen Strahlen als Licht empfunden, deren Schwingungsdauer zwischen den besagten Extremen liegt[1]).

[1]) E. Brücke, Über das Verhalten der optischen Medien des Auges gegen Licht- und Wärmestrahlen. J. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahr 1845, p. 262. Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, LXV, 593; ferner: E. Brücke, Über das Verhalten der optischen Medien des Auges gegen die Sonnenstrahlen. J. Müller's Arch. 1846, p. 379. Pogg. Ann. LXIX, 549.

Wir wissen nun, dass die unsichtbaren Strahlen jenseits des Roth sehr schlecht durch Wasser und noch schlechter durch Alaunlösung hindurch gehen, desshalb ist es leicht, sie von den sichtbaren zu trennen. Ich schloss ein Chamäleon in ein grosses Pulverglas mit eingeschliffenem Stöpsel, versenkte dieses ganz in ein anderes grösseres Glasgefäss, das mit concentrirter Alaunlösung angefüllt war, und setzte das Ganze dem Lichte aus. Das Chamäleon wurde zwar etwas heller als es vorher war, vermuthlich in Folge der Gemüthsbewegung, in welche es durch seine ungewohnte Lage versetzt wurde, aber es war nicht wie im Dunkeln verblichen, denn jedesmal färbte sich die Seite, welche der Sonne zugekehrt wurde, dunkler als die andere.

Einen andern Versuch stellte ich in folgender Weise an. Ich liess einen geräumigen Kasten anfertigen, dessen Deckel eine grüne mit Kupferoxyd gefärbte Glasplatte bildete. Der Rahmen, in den diese gefasst war, erhob sich noch um einen Zoll über dieselbe, so dass sie, nachdem das Chamäleon in den Kasten gesperrt war, noch mit einer einen halben bis dreiviertel Zoll mächtigen Wasserschicht bedeckt werden konnte. Das Ganze wurde nun der Sonne ausgesetzt, und das Bild derselben noch einmal durch einen Spiegel, dem man verschiedene Lagen geben konnte, reflectirt, so dass das ganze Innere des Gefängnisses beleuchtet war; dennoch erblassten meine Chamäleonen in demselben regelmässig, wenn auch nicht so rasch und vollständig wie im Dunkeln. Hier aber war ihnen auch ein sehr beträchtlicher Theil der leuchtenden Strahlen entzogen und es wird für die später folgenden Erörterungen von Interesse sein zu bemerken, dass dies gerade jene langwelligen Strahlen waren, welche in unsern Augen am leichtesten Schmerz und das Gefühl des Geblendetseins hervorrufen.

Ich wollte nun noch untersuchen, ob auch die dunkeln Strahlen von grösserer Wellenlänge als das Roth eine Wirkung auf die Farbe des Chamäleons ausüben. Ich heizte desshalb einen kubisch geformten eisernen Ofen und brachte ein Chamäleon in einen hölzernen Kasten von der Form eines geraden Prismas auf quadratischer Grundfläche, den ich mit seinem einen offenen Ende so gegen den Ofen stellte, dass dieser die fehlende Wand ersetzte. Nach acht und einer halben Minute wurde das Thier sehr unruhig und als ich desshalb den Versuch unterbrach, fand ich es ganz erblasst in einer Ecke mit offenem Rachen dasitzend. Seine Haut hatte sich durch die Strahlung so sehr erwärmt, dass ein Thermometer mit derselben möglichst innig in Berührung gebracht auf 30° C. stieg. Bald erholte es sich wieder, ward am Lichte erst fleckweise, dann in grösserer Ausdehnung dunkel und war nach einer halben Stunde fast schwarz; nur der Rand des Helmkammes und die Supraciliarfirsten blieben hell, wie es schien, weil sie dauernd von der Hitze gelitten hatten.

Dieser Versuch zeigt, dass dunkle Wärmestrahlen von so grosser Intensität, als sie das Thier nur eben ertragen kann, die Haut desselben nicht dunkler färben, aber auch von geringeren Intensitäten, bei denen es sich noch behaglich fühlte, habe ich niemals eine Wirkung gesehen, obgleich ich jedesmal sorgfältig darauf achtete, wenn ich die Thierchen im Spätherbste bei Tage oder am Abend in die Nähe des geheizten Ofens brachte.

Wie wir oben (Seite 182) gesehen haben, gibt B a r t h o l i n, auf die Auctorität von V e s l i n g gestützt, an, dass die Farbe des Chamäleons einem periodischen Wechsel unterworfen sei, indem es Morgens und Abends grün, Mittags schwärzlich und Nachts weiss erscheine. Diese Beobachtungen sind richtig, aber der daraus gezogene Schluss ist falsch, denn die Thiere waren Nachts hell, weil es dunkel war, Mittags dunkel, weil sie von der Sonne oder vom hellen diffusen Tageslichte beleuchtet wurden. Ich habe niemals einen Einfluss der Tageszeiten als solcher wahrnehmen können, denn zu jeder Stunde wurden sie hell, wenn ich sie in einen dunkeln Raum brachte, und ebenso konnte ich sie Nachts, wenn sie noch so sehr verblichen waren, durch künstliche Beleuchtung wieder dunkler färben. Allerdings habe ich beobachtet, dass sie in der Morgendämmerung im Allgemeinen dunkler waren, als sie bei gleicher Lichtintensität in der Abenddämmerung zu sein pflegten; aber ich glaube, dass auch dies nicht der Tageszeit als solcher zuzuschreiben ist, sondern vielmehr dem Umstande, dass die Thiere die Nacht über im Dunkeln gewesen waren; denn ich habe, wie schon erwähnt, immer bemerkt, dass sich die Thiere am Licht besonders dunkel färbten, wenn sie sich einige Zeit in einem dunkeln Raume befunden hatten.

Keine andere Bedeutung glaube ich der Angabe von Milne-Edwards beilegen zu dürfen, wenn er sagt: „Das eine Chamäleon zeigte Nachts, wenn es im tiefen Schlaf war, eine graulich-weisse Farbe." Die Chamäleonen werden auch im vollen Wachen hell, wenn man sie in einen dunkeln Raum sperrt, und andererseits hat sich schon Spittal überzeugt, dass bei Nacht das Kerzenlicht die Haut der Thiere färbt, auch wenn sie nicht davon erwachen. Man kann diesen Versuch leicht wiederholen, denn die Thiere sind Nachts, namentlich wenn es nicht sehr warm im Zimmer ist, ziemlich schwer zu ermuntern und es scheint ein auffallender Irrthum zu sein, wenn Linné sie *noctu vigiles* nennt. Nur sehr selten setzt sich ein Chamäleon Nachts in Bewegung, dann kann es aber auch Stunden lang wie ein Nachtwandler in seinem Käfig umherirren, ohne dass sich seine schlafenden Genossen dadurch stören lassen, selbst wenn es über den Leib derselben hinklettert. Man könnte vielleicht glauben, dass die Thiere in ihrer Heimath am Abend den schwärmenden Insecten nachstellen; ich habe sie aber nie im Zwielicht fressen sehen, sondern nur am hellen Tage und in voller Beleuchtung wurden sie von der Atzung angelockt, so dass ich mich an trüben Tagen oft genöthigt sah sie ans Fenster zu tragen, um sie zum Fressen zu bringen.

Wenn wir so sehen, wie das Thier durch das Licht zu seinen Lebensfunctionen angeregt, von der Dunkelheit hingegen eingeschläfert wird, so liegt uns auch die Vermuthung sehr nahe, dass das Licht, indem es als Reizmittel auf die Haut des Thieres einwirkt, dieselbe dunkel färbe, und dass mithin derjenige Zustand, bei dem das schwarze Pigment bis unter die Epidermis reicht, der active, der bei dem es in der Tiefe verborgen liegt, der passive sei. Dem aber ist nicht so.

Um zu entscheiden, welcher Zustand der active, welcher der passive sei, habe ich mich anderer Reizmittel bedient, und zwar der Elektricität. Wenn man die Electroden eines Neef'schen Magnetelectromotors, während das Instrument arbeitet, etwa zwei bis drei Linien von einander entfernt auf die Haut eines lebenden Chamäleons setzt, so kann man dadurch dunkle Stellen in kurzer Zeit hell machen, während an hellen keine Veränderung vorgeht. Selbst auf der abgezogenen Haut des frisch getödteten Thieres erzeugen die Electroden noch einen hellen Fleck. Hier zeigt sich also die helle Farbe als dem activen, die dunkle als dem passiven Zustande entsprechend. Analoge Resultate geben andere Reizmittel, und wenn Milne-Edwards fand, dass kaustisches Kali die Haut, wo sie hell war, dunkel färbte, so rührt dies von der Anätzung und der Auflösung des hellen Pigments her. Unter den Flüssigkeiten eignet sich zu diesen Versuchen namentlich das Terpenthinöl, indem dieses die Haut heftig reizt, ohne sie anzuätzen, ihr Wasser zu entziehen u. s. w.

Wenn man eine Stelle der Oberfläche, während dieselbe dunkel gefärbt ist, mit Terpenthinöl betupft, so bemerkt man anfangs gar keine Wirkung, nach kurzer Zeit aber, wenn das Öl anfängt in die Haut einzudringen, wird das Thier sehr unruhig, und nun sieht man die benetzte Stelle immer heller und heller werden, bis nach und nach das Öl an der Oberfläche verdunstet ist, und das in die Tiefe gedrungene seine Wirkung bereits ausgeübt hat; dann hören mit den allgemeinen Symptomen der Unruhe, auch die örtlichen auf, der Fleck wird wieder dunkler, nach längerer Zeit gewöhnlich sogar dunkler als seine Umgebung, so dass auch hier der heftigen Reizung eine Erschlaffung folgt. Auch auf der abgezogenen dunkeln Haut des frisch getödteten Thieres kann man durch Terpenthinöl noch helle Flecken hervorbringen.

Indem ich von der Flanke des eben getödteten Thieres die Haut mit dem Scalpelle abtrennte, konnte ich nicht umhin zu bemerken, dass, wenn auch die Haut vorher farbig war, der abgetrennte Lappen doch immer schwarz erschien. Ich urtheilte, dass dies von dem durch die Trennung der Hautnerven herbeigeführten Lähmungszustande herrühre. Um dies zu bewahrheiten machte ich einem lebenden Chamäleon an dem äusseren Rande des Musculus sacrolumbalis und parallel mit der Wirbelsäule einen Schnitt von ein ein halb Centimeter Länge, der die Haut vollständig trennte und präparirte an der unteren Wundlefze die Haut noch in einer Breite von zwei Millimetern von ihren Unterlagen los. Dieser Streif wurde sogleich schwarz, und von da aus nach abwärts verbreiteten sich dunkle dendritische Flecken. Auf die so durch Trennung ihrer Hautnerven geschwärzten Stellen hatten Licht und Finsterniss gar keinen Einfluss mehr,

und sie waren Nachts, wenn das ganze übrige Thier hell war, so dunkel wie am Tage. Hieraus erklärt sich auch eine Beobachtung, welche schon Mrs. Belzoni machte, indem sie sah, dass, wenn die Thiere beim Fangen eine Quetschung erlitten hatten, die gequetschte Stelle sich Nachts dunkel auf hellem Grunde auszeichnete.

„La nuit," heisst es am angeführten Orte auf Seite 300, „quand ils dormaient il était facile de voir l'endroit où ils avaient été froissés, et qui était d'un noir foncé tandis que le reste était d'une nuance très-claire."

Wenn einerseits alle diese Versuche auf das Schlagendste zeigten, dass die helle Farbe dem activen Zustand und der Contraction, die dunkle dem passiven und der Lähmung entspricht, so musste andererseits die in Licht und Dunkelheit unveränderlich schwarze Farbe derjenigen Hautstellen, deren Nerven durchschnitten waren, darauf hindeuten, dass Licht und Finsterniss nicht direct auf die contractilen Elemente der Haut oder deren Nerven einwirken, sondern die Erregungszustände erst von den sensibeln Nerven auf das Rückenmark übertragen und von dort die motorischen Hautnerven auf dem Wege des Reflexes erregt werden. Um mich hiervon zu überzeugen durchschnitt ich einem Chamäleon das verlängerte Mark, und zerstörte mittelst einer Sonde den Hals- und oberen Brusttheil des Rückenmarks, worauf die Partien, welche ihre Nerven aus diesen Theilen beziehen, sofort schwarz wurden, und nur einzelne Tuberkeln wie helle Pünktchen licht auf ihnen stehen blieben. Hierauf legte ich dem Thiere zwei Stanniolgürtel um, den einen unmittelbar unter den oberen, den anderen unmittelbar über den unteren Extremitäten und setzte es dem Lichte aus. Obgleich der Himmel ganz bewölkt war und der trübe Novembertag von keinem Sonnenblicke erheitert wurde, fand ich doch nach kurzer Zeit unter dem unteren Gürtel einen hellen Streif, der sich scharf und deutlich gegen die dunklere Umgebung absetzte, während der obere keine Spur zurückgelassen hatte, und auch bei längerem Liegen keine solche zurückliess.

So sicher nun auch dieser Versuch zeigt, dass Licht und Finsterniss nur indirect und auf dem Wege des Reflexes auf die motorischen Hautnerven einwirken, so bleibt uns doch noch eine wesentliche Schwierigkeit zu lösen übrig. Wir sehen nämlich das Chamäleon im Lichte dunkel und in der Finsterniss hell werden; und doch entspricht die helle Farbe dem activen, die dunkle dem passiven Zustande. Wir müssen also entweder annehmen, dass die Finsterniss auf das Thier als Reiz wirkt, während es sich gegen das Licht indifferent verhält, oder wir müssen annehmen, dass der durch die Erregung der sensibeln Nerven ausgelöste Reflex nicht in einer Contraction, sondern in einer Abspannung, einer Lähmung bestehe. Beides ist auf den ersten Anblick ziemlich unwahrscheinlich, und ehe wir uns entscheiden, müssen wir auf den tieferen Sinn dieser beiden Annahmen eingehen. Reiz und Reizmittel sind vieldeutige Worte, deren Bereich man nur zu oft nach Willkür erweitert und beschränkt hat. Wir stehen in steter Wechselwirkung mit der Aussenwelt, Veränderungen in ihr bedingen Veränderungen in uns, und wenn wir Alles, was uns verändert, ein Reizmittel nennen wollten, so würde unter diese Bezeichnung nicht geringeres als die gesammte Welt unserer sinnlichen Wahrnehmungen fallen. Wenn also jener Name für uns in der Sprache der Physiologie noch eine Bedeutung haben soll, so müssen wir ihn auf diejenigen Agentien beschränken, welche, wenn sie auf motorische Nerven einwirken Bewegung, wenn sie auf sensible einwirken eine Empfindung hervorrufen können, die bei immer mehr gesteigerter Einwirkung endlich in ein peinliches Gefühl verwandelt wird.

Hiernach nun haben wir uns zu fragen, ob ein Agens mit diesen Attributen, wenn es auf einen sensibeln Nerven einwirkt, auf dem Wege des Reflexes Unthätigkeit oder Lähmung in einem motorischen hervorbringen könne, und ob hierfür Beispiele vorhanden sind. Unsere Kenntnisse vom Nervensystem sind noch zu lückenhaft, um die erste dieser beiden Fragen zu beantworten; was die zweite anlangt, so müssen wir bekennen, dass uns die durch das Rückenmark vermittelten Reflexwirkungen, von denen wir allein eine genauere Kenntniss haben, kein solches Beispiel darbieten, nur eine Thatsache auf einem andern Gebiete wird vielleicht in diesem Sinne gedeutet werden müssen: der Stillstand des Herzens auf

Reizung des zehnten Nervenpaares, aber der Vorgang bei dieser Erscheinung ist noch so dunkel, dass wir, weit entfernt ihn zur Auflösung von anderen Räthseln herbeiziehen zu können, vielmehr noch aller Hülfsmittel entbehren, um sein eigenes zu lösen.

Wir wenden uns desshalb zu zwei anderen Fragen: Ist nach unserer Definition das Licht den Reizmitteln beizuzählen und ist desshalb die Finsterniss nothwendig von denselben ausgeschlossen? Was den ersteren Punkt anlangt, so ist kein Zweifel, dass das Licht sehr häufig als Reizmittel auftritt. Von seiner directen Wirkung auf motorische Nerven wissen wir freilich nichts Sicheres, aber wir sehen, dass es vom *Nervus opticus* aus Contraction des *Sphincter pupillae* als Reflexbewegung auslöst, und dass es nicht nur im Sehnerven bei heftiger Einwirkung das peinliche Gefühl des Geblendetseins hervorruft, sondern auch bei vielen von den Ciliarnerven aus einen lästigen Kitzel in der Nasenschleimhaut erregt, worauf Niesen als Reflexbewegung zu folgen pflegt. Die Erregung der Hautnerven durch das Licht empfinden wir nur in sofern dasselbe eine Temperaturerhöhung hervorruft, welche letztere, wie wir gesehen haben, beim Farbenwechsel der Chamäleonen nicht in Betracht kommt. Was die zweite Frage anlangt, so wird es schwer sein, sie unbedingt zu bejahen. Wir wissen zwar von einer erregenden Wirkung der Finsterniss nichts, aber wir können sie nicht desshalb für unmöglich erklären, weil wir das Licht als Reizmittel kennen gelernt haben. Niemand wird leugnen, dass die Hitze nach unserer Definition ein Reizmittel sei, und wer kann desshalb sagen, dass es die Kälte nicht sei? Wir brauchen eine gewisse mittlere Temperatur, damit unsere Hautnerven das Minimum von Erregung zum Rückenmark und Hirn bringen; dies ist die Temperatur, in der wir uns wohl fühlen, indem wir durch sie nicht daran erinnert werden, dass wir einen Leib haben, geringere sowohl als grössere Wärme bringt peinliche Empfindungen hervor, und kann Reflexbewegungen, selbst solche von grosser Heftigkeit auslösen. Es ist so auch an sich nicht undenkbar, dass das Chamäleon eines gewissen Grades der Helligkeit bedürfe, damit seine sensibeln Hautnerven das Minimum der Erregung zum Rückenmark bringen, und dass, wenn dieser nicht erreicht wird, mit der höheren Erregung des Rückenmarks auch eine höhere Erregung der motorischen Hautnerven eintritt. Diese Ansicht stimmt zwar wenig überein mit der Wirkung, welche Licht und Finsterniss auf die Thiere im Allgemeinen ausüben, denn im Hellen sind sie erregt und munter, in der Dämmerung aber oder in einem schlecht beleuchteten Zimmer träg und schläfrig, aber auch hier bietet unser eigenes Verhalten gegen die Kälte wieder eine Analogie, denn wenn dieselbe, sich allmählich steigernd, auf uns einwirkt, so fühlen wir uns trotz des peinlichen Gefühls und trotz der *Cutis anserina*, welche sich über unserm Körper ausbreitet, schlafsüchtig und wenig zu Bewegungen aufgelegt. Der Unterschied würde aber nur darin liegen, dass während in unsern Hautnerven nur eine gewisse Summe von lebendiger Kraft in Form von Wärme vorhanden sein muss, wenn sie das Minimum von Erregung zum Rückenmark bringen sollen, für die Hautnerven des Chamäleons vielmehr die Einwirkung von Strahlen einer gewissen Wellenlänge, der Impuls von Schwingungen von einer gewissen Dauer gefordert wird.

Eine dritte Annahme, welche uns den Schwierigkeiten der beiden bisher discutirten zu entziehen verspricht, würde darin bestehen, dass man beide Zustände, sowohl den der dunkeln als den der hellen Farbe, als activ betrachtet, und von zwei antagonistisch wirkenden contractilen Elementen ableitet, von denen das, welches den hellen Zustand hervorbringt an Kraft überwiegt, und desshalb, wenn beide gleichzeitig erregt werden den Sieg davon trägt, aber von den Empfindungsnerven aus nicht, wie das, welches den dunkeln Zustand bedingt, reflectorisch erregt werden kann. Es würde eine solche Anordnung ihre volle Analogie in dem Bewegungsapparate der Blendung der Säugethiere finden, denn hier erweitert sich die Pupille, wenn man die Blendung in ihrer Gänze mittelst des Magnetelectromotors reizt, sie erweitert sich ebenso activ im Tetanus und verengert sich wieder mit dem Nachlassen des Krampfanfalls oder dem Tode des Individuums, während auf den Lichtreiz immer nur Verengerung eintritt, indem vom Sehnerven aus der *Sphincter pupillae* allein reflectorisch erregt wird. Dieser Vergleich brachte mich darauf zu untersuchen, welche Erscheinungen ein in Tetanus versetztes Chamäleon zeige. Sie waren folgende. Als die ersten

Erscheinungen erhöhter Reflexreizbarkeit bei dem mit salpetersaurem Strychnin vergifteten Thiere eintraten, war es zwar heller als es sonst zu sein pflegte, aber die Zeichnung setzte sich noch sehr deutlich dunkel von dem Grunde ab; als indessen die Krämpfe eintraten, die bald in eine continuirliche Starrheit übergingen, schwand die Zeichnung immer mehr und mehr, und nur die Stippchen erhielten sich noch, aber selbst als das Thier, schon unfähig sich willkürlich zu bewegen, mit gestreckten Gliedern auf die Seite gefallen war, liess sich der Einfluss des Lichtes noch deutlich wahrnehmen, indem die nach unten gewendete Seite jedesmal die hellere, die nach oben gewendete die dunklere wurde; doch bald schwanden mit den Stippchen die letzten Reste der dunkeln Zeichnung und mit ihnen auch jede Spur von Reizbarkeit für das Licht. Das blassgelb und weisslich gefärbte Thier lag noch eine Weile in völliger Starrheit da, bis endlich das Erschlaffen der Glieder seinen Tod verkündete, und nun erst traten nach und nach zuerst am Kopfe und Halse, dann am Körper wieder dunkle Flecken auf.

Alle diese Versuche hatten einhellig gezeigt, wie der ganze Farbenwechsel vom Centralnervensystem aus beherrscht wird, und von diesem Standpunkte aus wird es leicht sein, die Angaben der früheren Beobachter zu beurtheilen. Man hat das Chamäleon zu einem Sinnbilde der Mantelträgerei und der Verstellung gemacht, aber nie ist ein Symbol schlechter gewählt worden; denn wohl kein Wesen ist weniger geeignet sich zu verstellen als dieses unschuldige Thierchen, dem sein jedesmaliger Gemüthszustand nicht nur auf der Stirn sondern auf dem ganzen Leibe geschrieben steht. Wenn sie ernstlich unter einander kämpfen, so werden sie bisweilen ganz dunkel, so dass man im eigentlichsten Sinne von ihnen sagen kann, dass sie vor Zorn schwarz werden. Greift sie hingegen der Mensch an, so dass sie in Furcht gesetzt werden, dann treten auf dem ganzen Körper die Stippchen mit ungewöhnlicher Deutlichkeit hervor, wie van der Hoeven dies auf seiner zweiten Tafel sehr gut abbildet. Ich habe Nachts ganz helle Chamäleonen gegriffen und sie eine kurze Weile im Finstern in meinen Händen zappeln lassen; wenn ich sie dann ans Licht brachte, zeigten sie schon die dunkeln Stippchen, die sich im Lichte noch dunkler färbten. Ein ähnlich geflecktes Ansehen nehmen sie bisweilen an, wenn sie eifrig fressen. Im Allgemeinen sind sie um so lebhafter gefärbt und gezeichnet, je munterer und erregter sie sich überhaupt zeigen. Wenn sie träg und unlustig sind, so tritt die Zeichnung zurück und die Farben werden grau und unbestimmt, ein Zeichen, dass in den einzelnen Hauttuberkeln keine Gleichmässigkeit in dem Vorrücken und Zurücktreten des schwarzen Pigments stattfindet. Nur die Lateralflecken, die sich dann dunkel absetzen, sind oft noch deutlich sichtbar. Andauernde Blässe ist ein Zeichen von Krankheit, das schwerste Krankheitssymptom aber sind ausgebreitete schwarze Flecken an dem übrigens hellen Thiere, die in keinem Zusammenhange mit der natürlichen Zeichnung desselben stehen. Wenn das Chamäleon zu den Thieren gehörte, welche der Mensch der ärztlichen Behandlung würdigt, so würde gewiss ein grosses diagnostisches Capitel von der Hautfarbe handeln, da sie bei diesem Thiere in so hohem Grade geeignet ist, Auskunft über den Zustand des Centralnervensystems zu geben.

Wie wir oben gesehen haben, hat man auch dem Aufgeblähtsein der Thiere und dem Ausdehnungsgrade der Lungen überhaupt einen wesentlichen Einfluss auf die Farbenveränderung zugeschrieben. Um nun zunächst dem Leser alle übertriebenen Vorstellungen von diesem Aufblähen oder Aufblasen, die ihm vielleicht durch die Berichte einiger meiner Vorgänger erweckt sind, zu verscheuchen, will ich die Mechanik dieses Actes näher auseinander setzen. Derselbe besteht in nichts anderem als in einer tiefen Inspiration, auf welche nicht unmittelbar eine entsprechend tiefe Exspiration folgt und die wegen des eigenthümlichen Baues des Thorax dem Thiere ein sehr auffallendes Ansehen gibt. Bei den Chamäleonen ist das Stück der Rippe, welches dem Rippenknorpel des Menschen entspricht, sehr lang, fast so lang wie die ganze übrige Rippe. Es ist mit dieser durch ein sehr frei bewegliches Gelenk verbunden, und bei den Bauchrippen, welche als solche sich nicht mit dem Sternum verbinden, geht das untere Ende des Stückes mit dem gleichnamigen der andern Seite in der Mittellinie des Bauches gleichfalls eine Gelenkverbindung ein. Dieses Rippenstück also kann gegen die übrige Rippe so geneigt werden, dass beide einen sehr spitzen gegen das

Kopf-Ende des Thieres offenen Winkel mit einander bilden, wodurch begreiflich der Bauch dem Rückgrat genähert und das Thier sehr schlank wird. Dies geschieht namentlich, wenn das Thier beim Klettern um weit auszugreifen genöthigt ist seine Wirbelsäule möglichst zu strecken. Andererseits aber können beide Stücke so gerichtet werden, dass sie mit einander einen sehr stumpfen gegen das Kopf-Ende des Thieres offenen Winkel bilden; dadurch werden Bauch und Rücken von einander entfernt und der senkrechte Durchmesser des Thieres kann namentlich in der Mitte des Bauches auf mehr als das Doppelte seiner früheren Grösse anwachsen. Dabei sind, wegen der ungleichen Länge der Rippen, Rücken und Bauch stark gekrümmt, so dass das Thier in der That, wie Vallisnieri treffend sagt, die Gestalt einer Scholle hat. Auch an Dicke kann es dabei etwas zunehmen, wenn es seine Rippen nach aussen wölbt, was aber voraussetzt, dass sein senkrechter Durchmesser noch nicht sein Maximum erreicht habe; ist dies der Fall, so ist es von einer Flanke bis zur andern kaum einen Viertelzoll dick. Eine andere sehr possierliche Gestalt nimmt das Thier bisweilen an, wenn es an seinem Schwanze aufgehängt ist, indem es dann die Rippen nach rechts und links möglichst weit auseinander spreitzt, so dass die vorerwähnten Bauchstücke derselben beiderseits in eine auf die Mittelebene des Thieres senkrechte Ebene zu liegen kommen, und der Querschnitt desselben ein Dreieck darstellt, dessen eine Seite in der Bauchwand, die beiden andern in den Flanken liegen. Die Behauptung, dass die Thiere auch ihren Schwanz und ihre Beine aufblasen können, beruht auf einer Täuschung.

Die vielbesprochenen Anhänge der Lungen sind nichts als die Lungenlappen selbst, die hier, wo die Lungen sich durch die ganze Bauchhöhle erstrecken, so schlank und seltsam gestaltet sein müssen, um bei den grossen und verschiedenartigen Veränderungen der Leibeshöhle in Rücksicht auf Form und Rauminhalt derselben immer ohne Zerrung und Lückenbildung den Raum zwischen den Eingeweiden ausfüllen zu können, und die Luftgänge des Vallisnieri sind nur aus einer luftigen Phantasie entsprungen. Ich habe mich hiervon sehr sicher in folgender Weise überzeugt: Ich drückte ein Chamäleon, nachdem ich ihm die Haut abgezogen hatte, seitlich zwischen zwei Tüchern so zusammen, dass die in den Lungen enthaltene Luft möglichst vollständig aus der Trachea entwich, führte dann in diese eine Canüle ein und spritzte die Lungen, während das Thier in warmem Wasser lag, mit Talg aus. Nirgends gelangte eine Spur davon an die Oberfläche, und als ich später, nachdem das Talg erstarrt war, das Thier öffnete fand ich alle Fortsätze der Lungen gefüllt und alle Eingeweide genau und ohne Lücken zwischen denselben eingebettet.

Das Aufblähen kann an und für sich in sofern zu einer Farbenveränderung Veranlassung geben, als durch die Ausdehnung der Haut kleine Hauttuberkeln, welche zwischen den grösseren versteckt und anders und zwar, da sie im Schatten lagen, im Allgemeinen heller gefärbt sind, zum Vorschein kommen. Dies ist namentlich auffallend beim Aufblähen des runzlichen Kehlsackes, bei welchem in den Falten immer dergleichen kleinere und anders gefärbte Tuberkeln liegen. Im Allgemeinen aber sind diese Veränderungen unbedeutend und haben mit dem wirklichen Farbenwechsel nichts zu schaffen, denn bei ihm wird die Farbe der einzelnen Hauttuberkeln selbst geändert. Auf diese nun hat nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Milne-Edwards und von mir das Aufblähen keinen Einfluss. Die Thiere wechseln zwar oft, aber nicht immer, beim Aufblähen die Farbe, und wenn diese beiden Erscheinungen zusammen vorkommen, so ist nicht die eine Folge der andern, sondern beide haben eine gemeinsame Ursache, nämlich den veränderten Erregungszustand des Thieres.

Unrichtig ist es ferner, wenn Murray (vergl. Seite 188) angibt, dass die Haut des Chamäleons, wenn man einen leichten Druck auf sie ausübt, erblasse, indem sie unter seiner Thermometerkugel hell geworden sei. Dieses Hellwerden rührte von der Beschattung, nicht vom Drucke her, wovon man sich leicht überzeugt, wenn man den Druck mit einer Glasplatte, z. B. einem Objectträger, ausübt und dann sieht, dass derselbe ohne alle Wirkung bleibt. Eben so wenig hat es mir gelingen wollen, in der abgezogenen Haut das dunkle Pigment durch rein mechanische Mittel, wie Milne-Edwards dieses angibt, an die Oberfläche und wiederum in die Tiefe zu befördern.

Aristoteles sagt, dass die Thiere sterbend bleich (blassgelb ὠχρός) werden und es nach dem Tode bleiben; man kann dies aber nicht als allgemein gültig betrachten. Ein Chamäleon, welches ich tödtete, indem ich ihm das Herz ausschnitt, wurde in demselben Augenblicke schwarz und gelblich-weiss gefleckt. Beide Tinten waren in grossen Flecken ziemlich gleichmässig über den ganzen Körper vertheilt und schroff gegen einander abgegrenzt, so dass das Thier ein Ansehen hatte, welches ihm im Leben nie eigen gewesen war. Später wurden auch die hellen Flecke dunkler, so dass das Thier im Allgemeinen vielmehr dunkel als hell zu nennen war. Ein anderes Chamäleon, das ich tödtete, indem ich ihm die *Medulla oblongata* durchschnitt, wurde gleichfalls nicht blass, ja man kann sogar, wie wir oben gesehen haben, das Chamäleon unmittelbar nach dem Tode fast ganz schwarz machen, indem man ihm das Rückenmark zerstört. Zwei Chamäleonen aber, welche aufhörten zu fressen und an Entkräftung zu Grunde gingen, waren allerdings während des Todeskampfes hell. Nach dem Tode treten mit dem Absterben der einzelnen Partien des Nervensystems unregelmässige dunkle Flecken auf, die sich aber nicht über den ganzen Körper verbreiten, so dass der grösste Theil desselben hell bleibt, woraus es wahrscheinlich wird, dass in den contractilen Elementen der Haut eine Todtenstarre oder doch ein dieser sehr ähnlicher Zustand eintritt.

Endlich muss ich noch die sechste und letzte der von Milne-Edwards aufgestellten Thesen besprechen, welche aufmerksam macht auf die Analogie, welche zwichen dem Farbenwechsel der Chamäleonen und dem der Cephalopoden stattfindet. Wer den letzteren selbst näher untersucht oder die Arbeiten von Rudolph Wagner [1]) über die Chromatophoren der Sepien gelesen hat, dem wird es sofort einleuchten, dass eine solche Analogie wirklich existirt, indem auch bei den Cephalopoden die Oberfläche bald dunkler, bald heller gefärbt wird, je nachdem ein dunkles in eigenen Zellen abgelagertes Pigment der Cutis mehr oder weniger Raum unter derselben gewinnt. Ich selbst hatte niemals lebende Cephalopoden gesehen und da man mir den Transport derselben nach Wien als unmöglich schilderte, so hatte ich schon die Hoffnung aufgegeben, den Farbenwechsel dieser Thiere, der mich nun so lebhaft interessirte, aus eigener Anschauung kennen zu lernen, als es Herrn Apotheker Bartolomão Biasoletto in Triest, durch den kräftigen Schutz, den unser würdiger Präsident, der Herr Handelsminister Ritter von Baumgartner, der Sendung angedeihen liess, gelang, mir ein Exemplar von *Octopus vulgaris*, zwar nicht lebend im gewöhnlichen Sinne des Wortes, aber doch noch in reizbarem Zustande zu senden. Dieses Thier hatte den Weg vom Postamte in Triest bis in meine Wohnung in vierundreissig Stunden zurückgelegt, und obgleich ich noch zwei Stunden auf hinreichendes Tageslicht warten musste, so konnte ich selbst nach dieser Zeit mittelst des Magnetelectromotors nicht nur die Muskeln zur Zusammenziehung bewegen, sondern auch noch einen localen Farbenwechsel hervorbringen. Hier zeigte sich nun sogleich ein sehr interessanter Unterschied von den Erscheinungen die beim Chamäleon beobachtet waren, denn ich konnte mittelst der Electroden des arbeitenden Instrumentes zwar an hellen Stellen dunkle Flecken, aber nicht umgekehrt an dunkeln Stellen helle Flecken hervorrufen, so dass hier also die dunkle Farbe entschieden den activen, die helle entschieden den passiven Zustand darstellt.

Die Art, wie die dunkeln Pigmentzellen [2]) bei der Farbenänderung der Haut ihre Form verändern, hat mit Recht immer so sehr das Erstaunen der Beobachter erregt. Im passiven Zustande sind sie kleine schwarze sphäroidische Massen, im activen aber flache Schollen von bedeutender Ausdehnung, in welchen

---

[1]) Über das Farbenspiel, den Bau der Chromatophoren und das Athmen der Cephalopoden, Isis 1833, S. 159. Über die merkwürdige Bewegung der Farbenzellen der Cephalopoden und über eine muthmasslich neue Reihe von Bewegungsphänomenen in der organischen Natur, Wiegmann's Archiv, 1841, 1 S. 35.

[2]) Ich folge hier der Bezeichnungsweise R. Wagner's, der die Chromatophoren der Sepien Zellen nennt, während Kölliker (Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden, Zürich 1844) und Emil Harless sie nicht für solche halten. Die Grösse kann kein entscheidendes Moment sein; auch fand Kölliker den Durchmesser der Chromatophoren, wenn sich in ihnen zuerst das Pigment zeigt, nur 0·006—0·009 Linien. Er sagt, zu dieser Zeit habe darin eine Embryonalzelle mit ihrem Kerne gelegen; aber auch in jeder Ganglienkugel liegt ein Gebilde, das von einer gekernten Zelle nicht zu unterscheiden ist, und doch stehen wir nicht an, die Ganglienkugeln den Zellen beizuzählen, da ihre structurlose Hülle, sowie die Scheide der Nervenröhre, die von ihr ausgeht, in ihrer ersten Anlage die Wand einer Embryonalzelle ist. Dass keine Membran nachzuweisen sei, welche

das nun in dünnerer Schicht ausgebreitete Pigment im durchfallenden Lichte mit schön purpurbrauner Farbe erscheint. Der Umriss der von oben gesehenen Schollen ist polygonal und die Ecken des Polygons sind oft in Spitzen ausgezogen, während die Seiten desselben concav sind. Wenn man ausserdem sieht, dass sich an die concaven Seiten auch concave Flächen anlegen, so kann man sich kaum der Vorstellung erwehren, dass an den Ecken des Polygons Kräfte wirken, welche die Zelle nach verschiedenen Richtungen auseinanderzerren, und in der That hat schon im Jahre 1846 Emil Harless (Archiv für Naturgeschichte, 12. Jahrgang, 1. Heft, Seite 34) am Loligo, der sich noch mehr zu diesen Untersuchungen eignen soll, nachgewiesen, dass sich an eben jenen Ecken contractile Fasern anheften, deren Verkürzung die Ausbreitung der Chromatophore bewirkt. Wenn man die Elektroden entfernt, so nehmen die Zellen nach kurzer Zeit wieder ihre alte Form an.

Ich weiss nicht, warum Harless dieselben (S. 41) contractile Säcke nennt. Ich habe keine Spur von Contractilität an ihnen wahrgenommen, und Harless selbst leitet, S. 39, das Zurückgehen derselben in die rundliche Form mit Recht von der Elasticität ihrer Wandungen ab. Ausser diesen schwarzen oder rothbraunen Pigmentzellen führt die Haut von *Octopus vulgaris* nur noch gelbe, welche aber ihre Form nicht verändern.

Schon aus der Abbildung von Carus *(Nova Acta naturae curiosorum XII, P. I, p. 319)* war es mir unwahrscheinlich geworden, dass alle Farben des Thieres von diesen beiden Pigmenten herrühren sollten. Noch mehr war dies der Fall, als ich das Thier im frischen Zustande vor mir sah. Ich bemerkte nämlich, dass es im eigentlichen Sinne des Wortes opalisirte, das heisst, dass unter seiner trüb-weisslich durchscheinenden Oberfläche wie beim Edel-Opal mannigfache Farben, namentlich schöngrüne und blaue Tinten hervorschimmerten. Die mikroskopische Untersuchung der Haut im auffallenden Lichte belehrte mich bald über Ursache derselben. In ihr waren nach unten von den Pigmentzellen zahllose sehr kleine Flitterchen eingestreut, welche die lebhaftesten und verschiedenartigsten Farben reflectirten.

Es ist mir nicht zweifelhaft, dass diese Farben wiederum Interferenzfarben dünner Blättchen sind. Erstens spricht dafür der ausserordentliche Glanz und die Lebhaftigkeit der Farben und zweitens der Umstand, dass alle Farben, welche hier vorkommen, einer bestimmten Abtheilung der Farbenscala entnommen sind, es sind nämlich keine anderen als die des dritten Newton'schen Ringsystemes, welche vom Violett aufwärts bis zum Roth vollständig und in allen Abstufungen vertreten sind. Namentlich häufig waren an meinem Exemplare blaue, meergrüne, grasgrüne und gelbgrüne Flittern. Die complementären Farben bei durchfallendem Lichte konnte ich zwar nicht zur Anschauung bringen, es erklärt sich dies aber aus der ausserordentlichen Kleinheit der Flittern. Man muss sich erinnern, dass, wenn wir mit unsern zusammengesetzten Mikroskopen die Gegenstände bei durchfallendem Lichte untersuchen, unsere Netzhaut kein Bild derselben im gewöhnlichen Sinne des Wortes empfängt, sondern der Schatten des Objects auf sie geworfen wird. Wenn nun auch der Effect der Beugung bei grösseren Gegenständen so gering ist, dass er nicht wahrgenommen wird, so kann er doch bei einem so kleinen Objecte, wie das in Rede stehende, die optischen Eigenschaften desselben sehr wohl verdecken. Vielleicht mochte auch die Intensität der im durchfallenden Lichte interferirenden Wellenzüge so verschieden sein, dass die Farbe an sich nur sehr schwach ausfallen konnte. Desshalb sah man die Flittern, wenn sie von unten beleuchtet waren, nur als einzelne helle, mattgelbliche oder bräunliche Punkte, von einem dunkleren Rande umgeben.

Nachdem diese Thatsachen ermittelt sind, lassen sich folgende Ähnlichkeiten und Unterschiede aufstellen zwischen dem Chamäleon und dem Octopus, der schon von den Alten unter dem Namen πολύπους seines Farbenwechsels wegen immer neben diesem genannt wird.

---

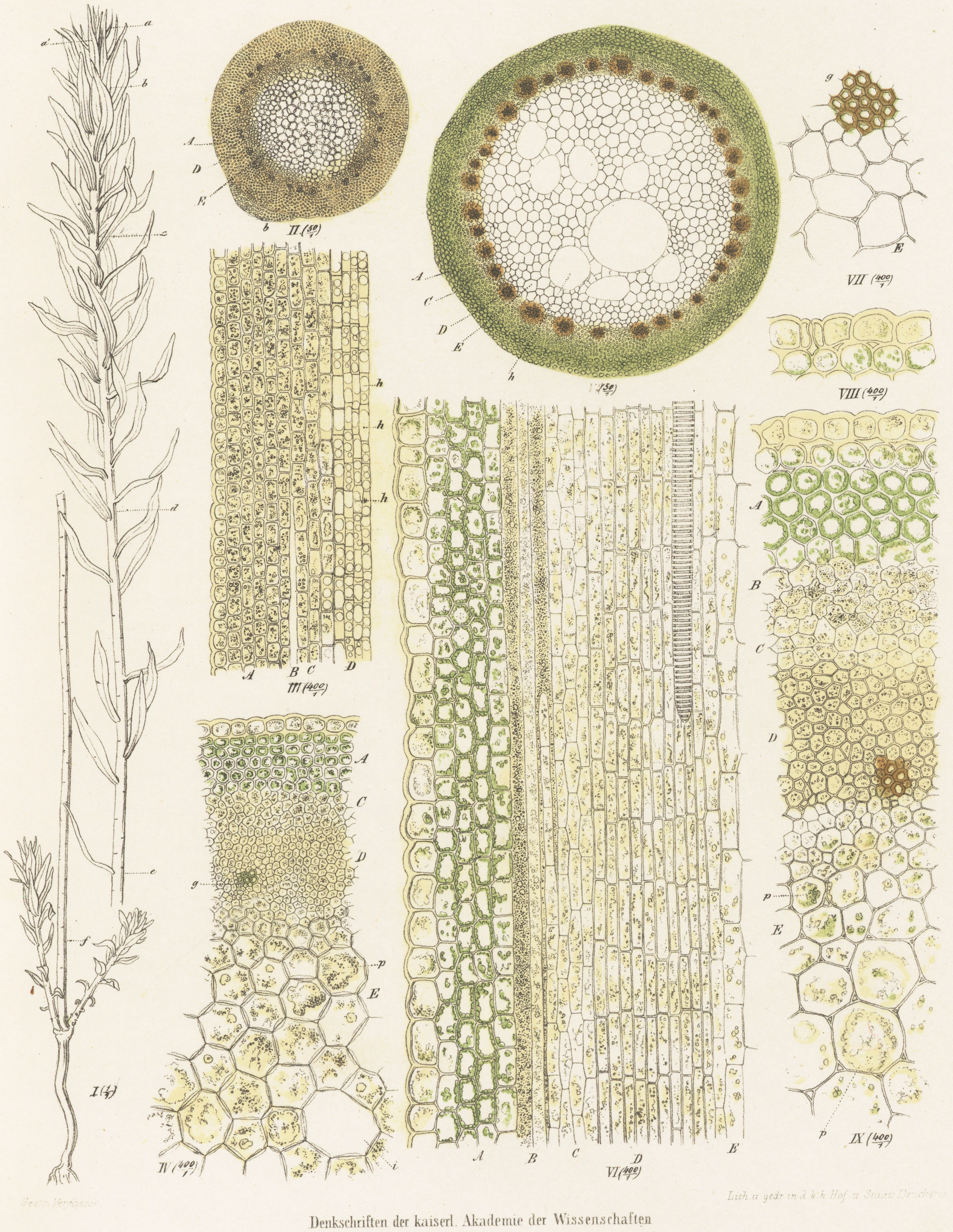
die Pigmentkörner einschliesst, muss ich bestreiten. Dieselbe lässt sich namentlich bei Verschiebung und Zerreissung der Chromatophoren deutlich als solche unterscheiden. Die Pigmentkörner flottiren in ihrem Inhalte, der, wie es scheint, eine gerinnbare Substanz enthält, da die Körner in ihm, so lange das Leben noch nicht völlig erloschen ist, gleichmässig vertheilt sind, sich später aber in einzelne Gruppen sondern.

1. Bei beiden Thieren sind die Farben, welche sie zeigen, theils Interferenzfarben, theils rühren sie von Pigmenten her, aber beim Chamäleon werden die Interferenzfarben durch Epidermiszellen erzeugt, welche als solche über den Pigmentzellen liegen, während sie beim Octopus von Flitterchen herrühren, die in der Cutis unter den Pigmentzellen liegen.

2. Bei beiden Thieren kommen zwei Pigmente vor, ein helles und ein dunkles, aber beim Chamäleon decken sie die ganze Oberfläche, beim Octopus sind ihre Zellen nur mehr oder weniger dicht unter der Oberfläche gesäet und werden in beträchtlichen Strecken derselben ganz vermisst.

3. Bei beiden Thieren ist das dunkle Pigment das bewegliche, das helle das ruhende, aber die Art der Bewegung ist bei beiden verschieden. Während beim Octopus die Gestalt der Zelle auch immer die Gestalt des in ihr enthaltenen Pigmentes darstellt, indem dieses überall in ihr vertheilt ist, können beim Chamäleon bedeutende Partien der weitverzweigten Zelle ganz von Pigment entleert werden. Beim Chamäleon kann das dunkle Pigment sich völlig hinter dem hellen verstecken und dann wieder hervortreten, um seinerseits das helle vollständig zu verdecken; beim Octopus dagegen verschwindet das dunkle Pigment nie ganz, sondern zieht sich nur das eine Mal in kleine, die Haut wenig färbende Klümpchen zusammen, während es das andere Mal in breite flache Schollen ausgedehnt die Farbe derselben bedeutend verdunkelt.

4. Bei beiden Thieren kann man den Farbenwechsel hervorrufen, indem man elektrische Ströme als Hautreiz einwirken lässt, aber bei dem Chamäleon weisen sie den hellfarbigen, beim Octopus den dunkelfarbigen Zustand als den activen nach.



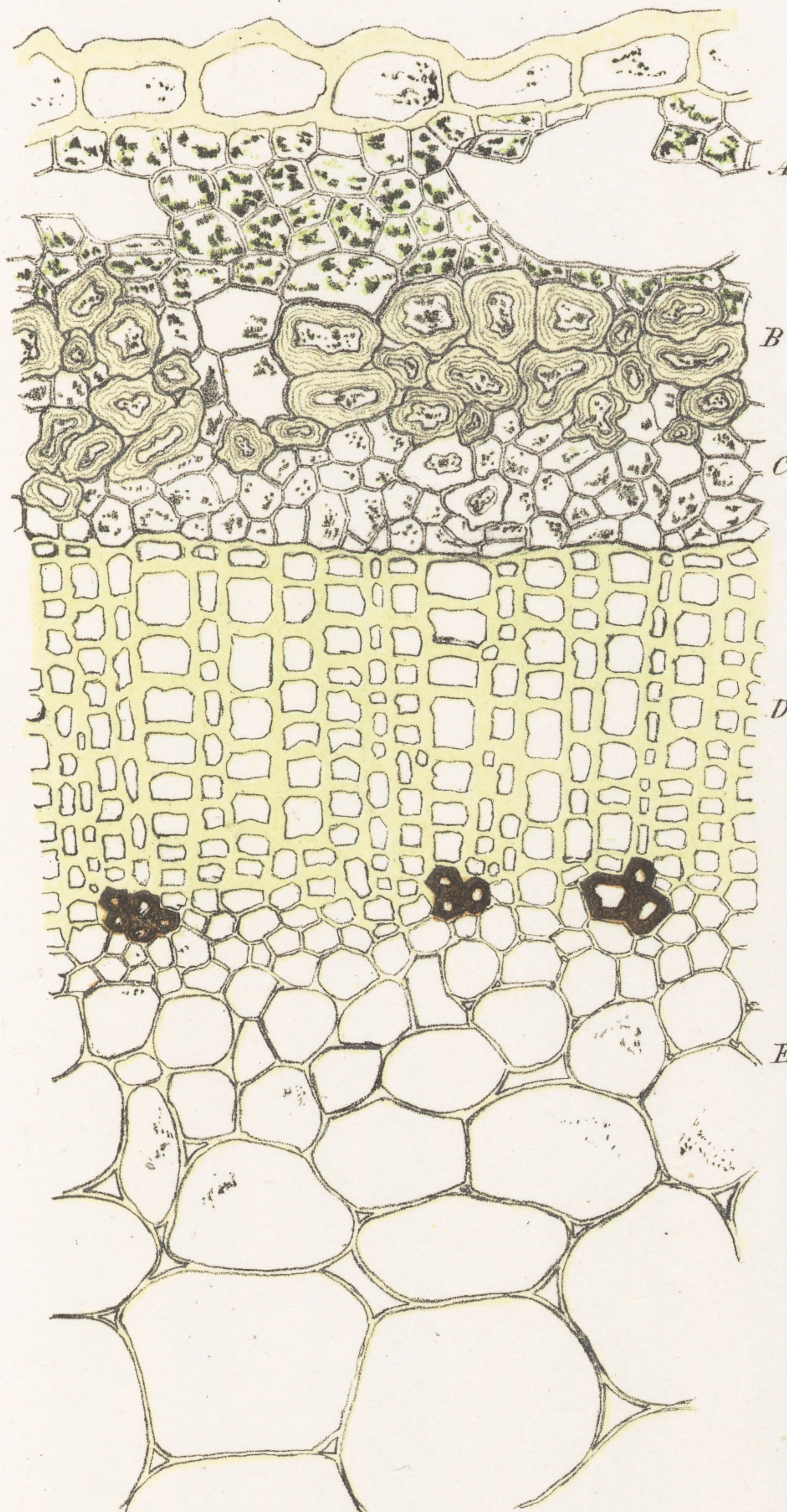
Gez. v. Verfasser. Lith. u. gedr. in d. k.k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK PAGE

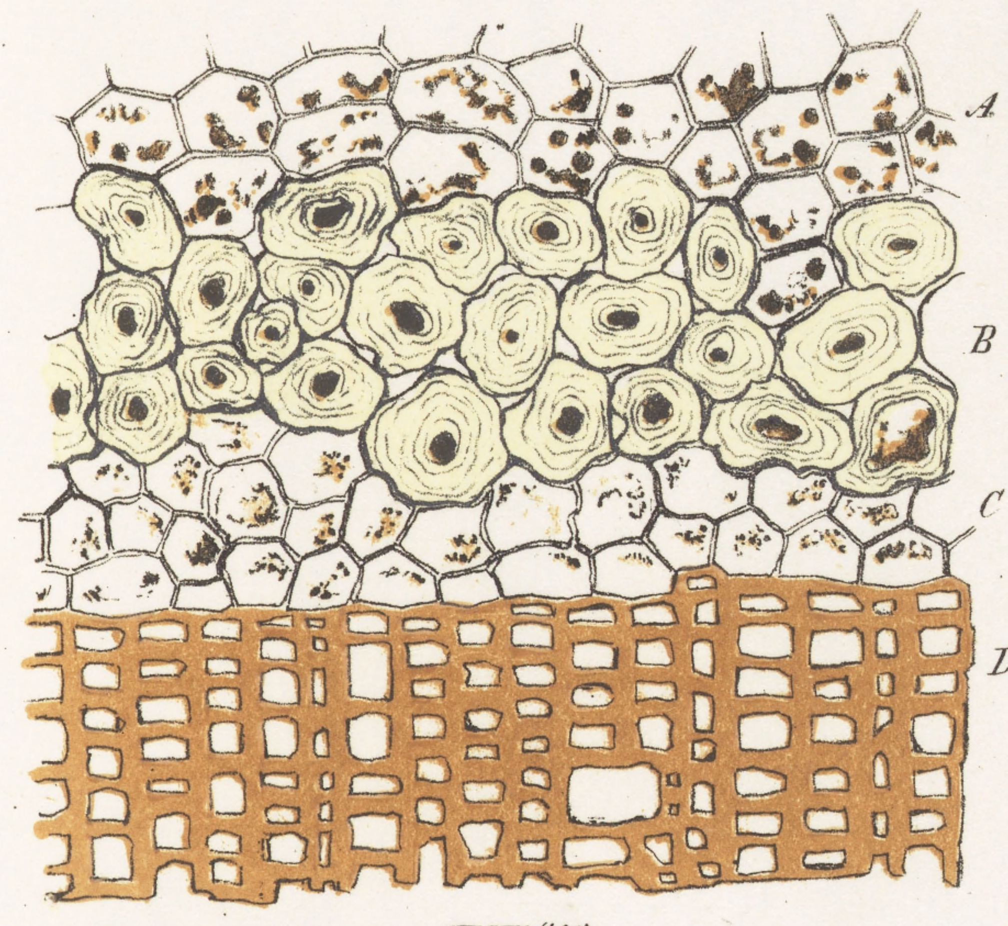
Gez. v. Verfasser.

Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

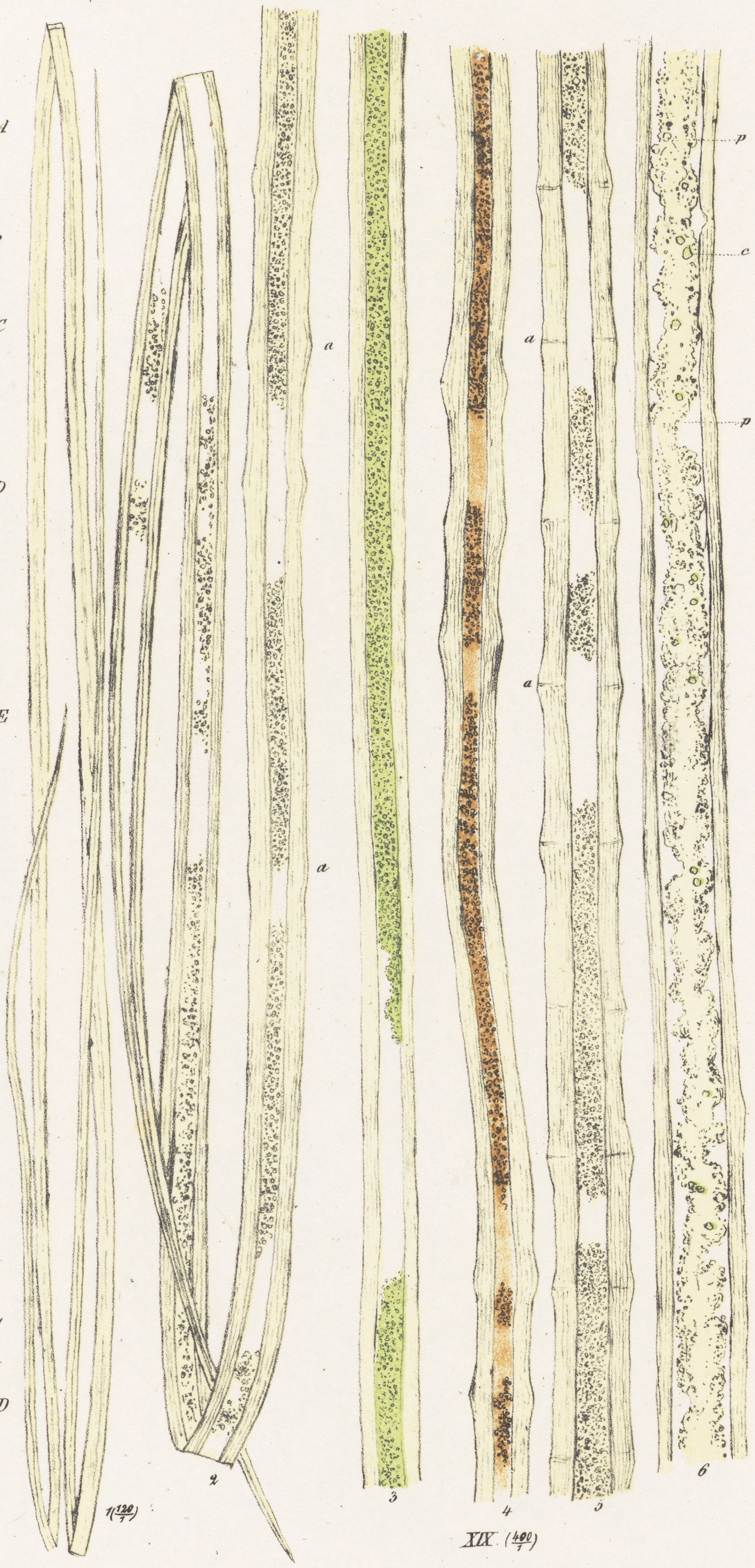
BLANK
PAGE



XVII (400/1)



XVIII (400/1)



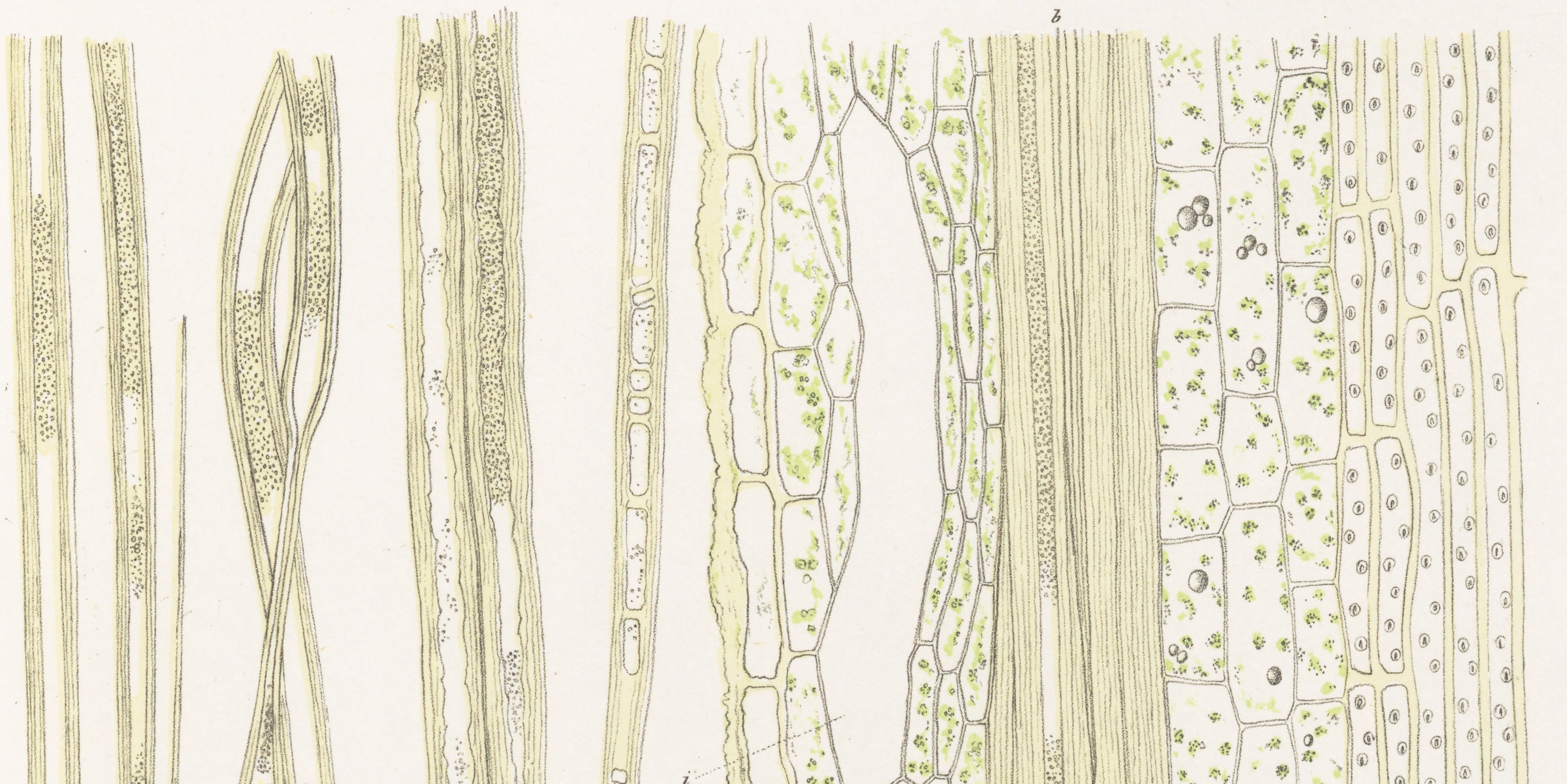
1 (320/1)

XIX (400/1)

Gez. vom Verfasser.
Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei

BLANK

PAGE



Gez. v. Verfasser.

Lith. u. gedr. in d. k.k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK PAGE

XXIII (400/1)
A
B
C
D
E
a
x
XXII (400/1)
XXIV. (400/1)
XXV (400/1)
XXVI (400/1)

BLANK PAGE

XXVII($\frac{400}{1}$) XXVIII($\frac{400}{1}$)

Gez: vom Verfasser. Lithogr. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staatsdr:

BLANK
PAGE

Versponnene und zu Leinwand verwebte Flachsfaser.

Gez. vom Verfasser.

Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK
PAGE

Gez. vom Verfasser

Lith. in d. k. k. Hof u. Staats Druckerei.

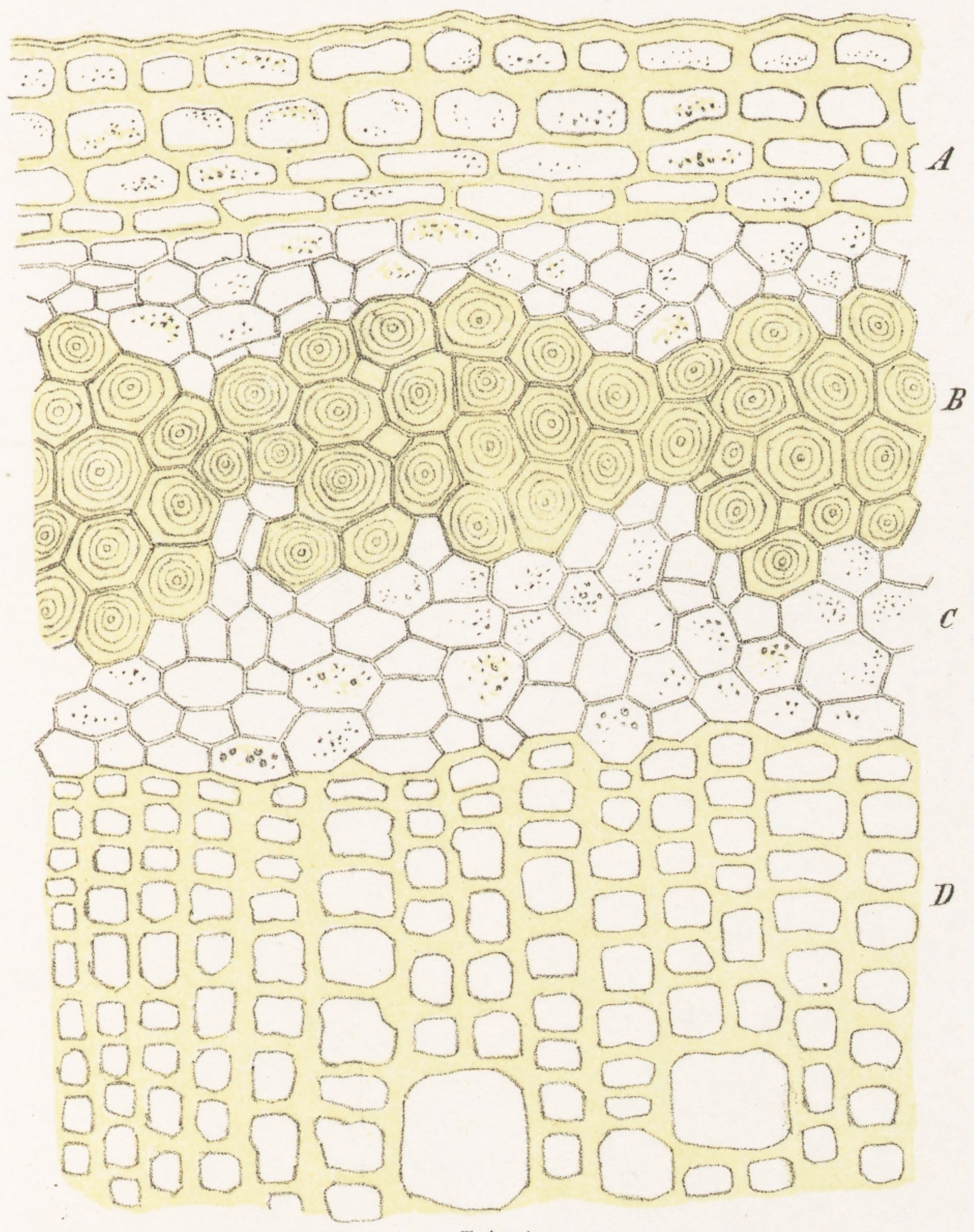
BLANK
PAGE

Gez. vom Verfasser.

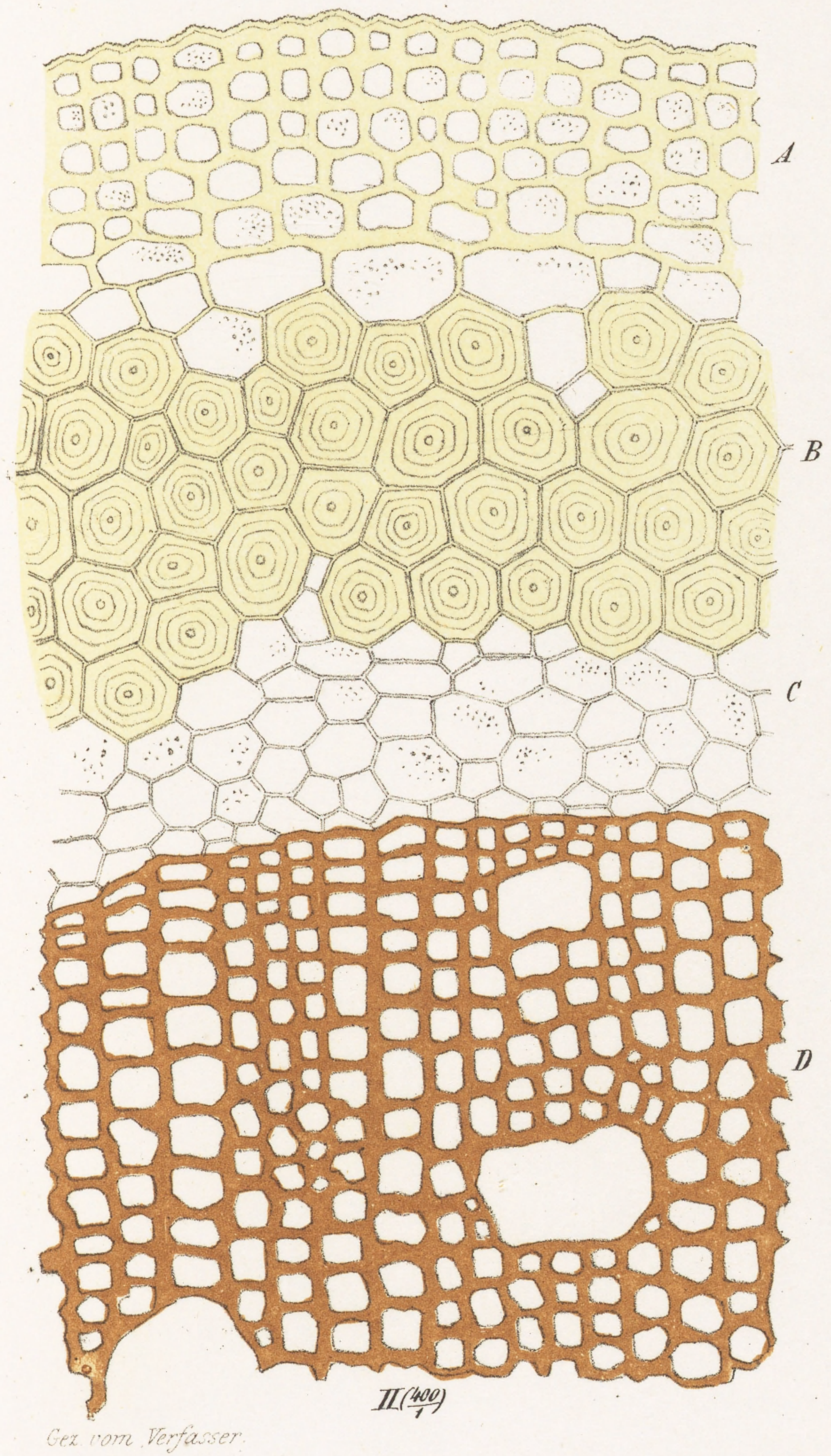
Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Lith. u. ged. in der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

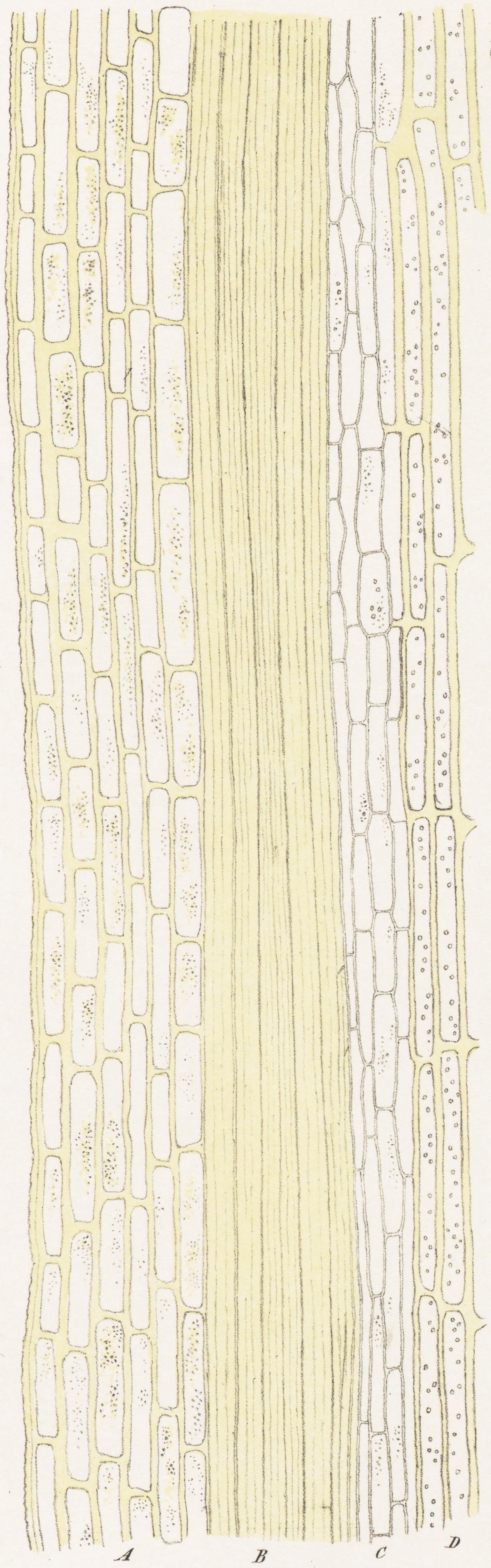
BLANK
PAGE



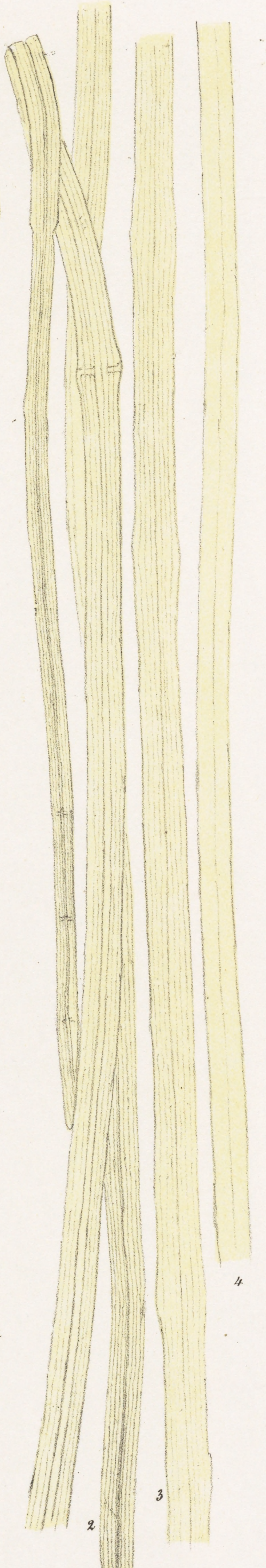
I (400/1)



II (400/1)



III (400/1)



IV (400/1)

Gez. vom Verfasser.

Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK PAGE

Geröstete, gebrochene und gefärbte Hanffaser.

Gez. vom Verfasser.

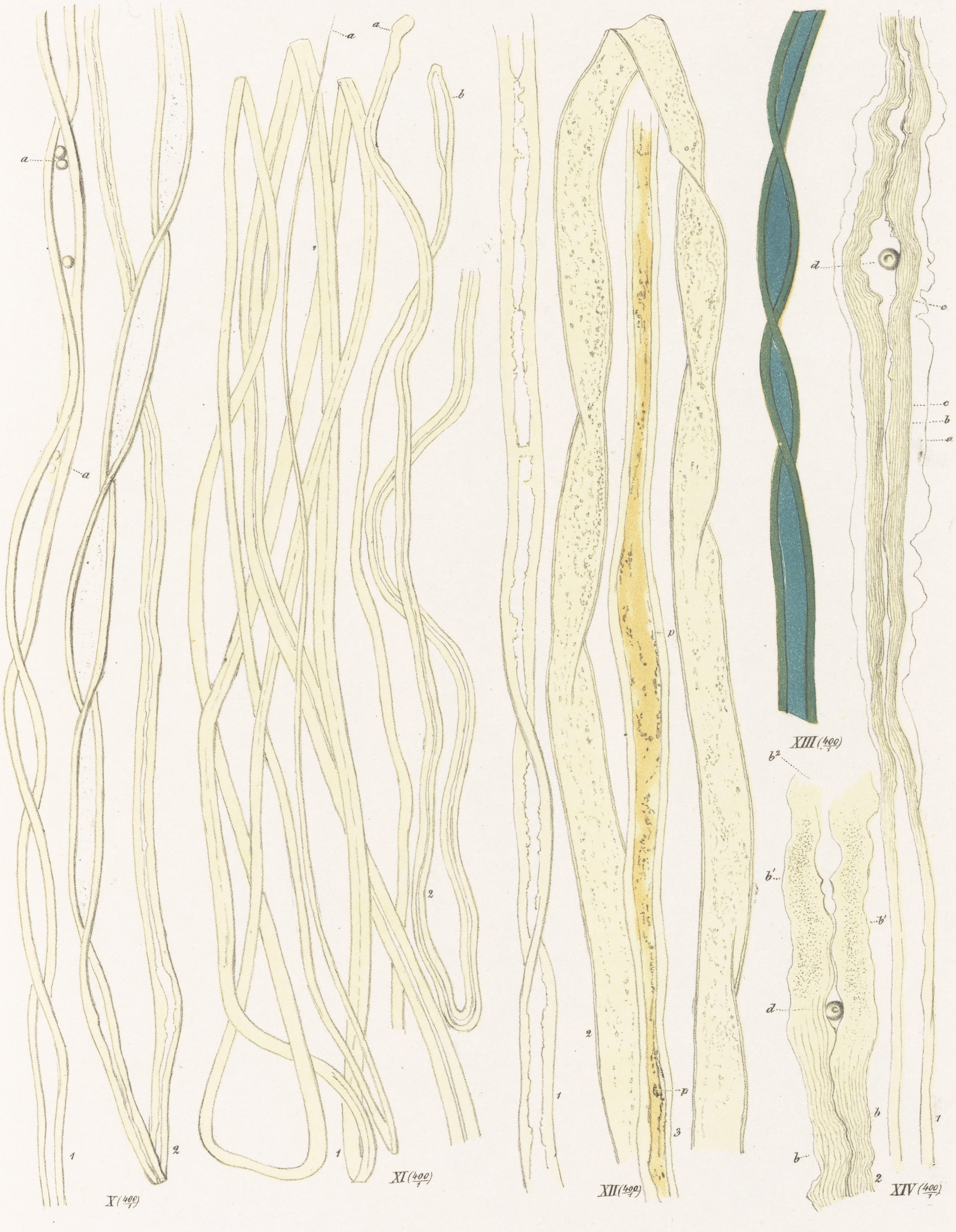
Lith. u. ged. in der k. k. Hof. u. Staatsdruckerei.

BLANK
PAGE

Gez. vom Verfasser

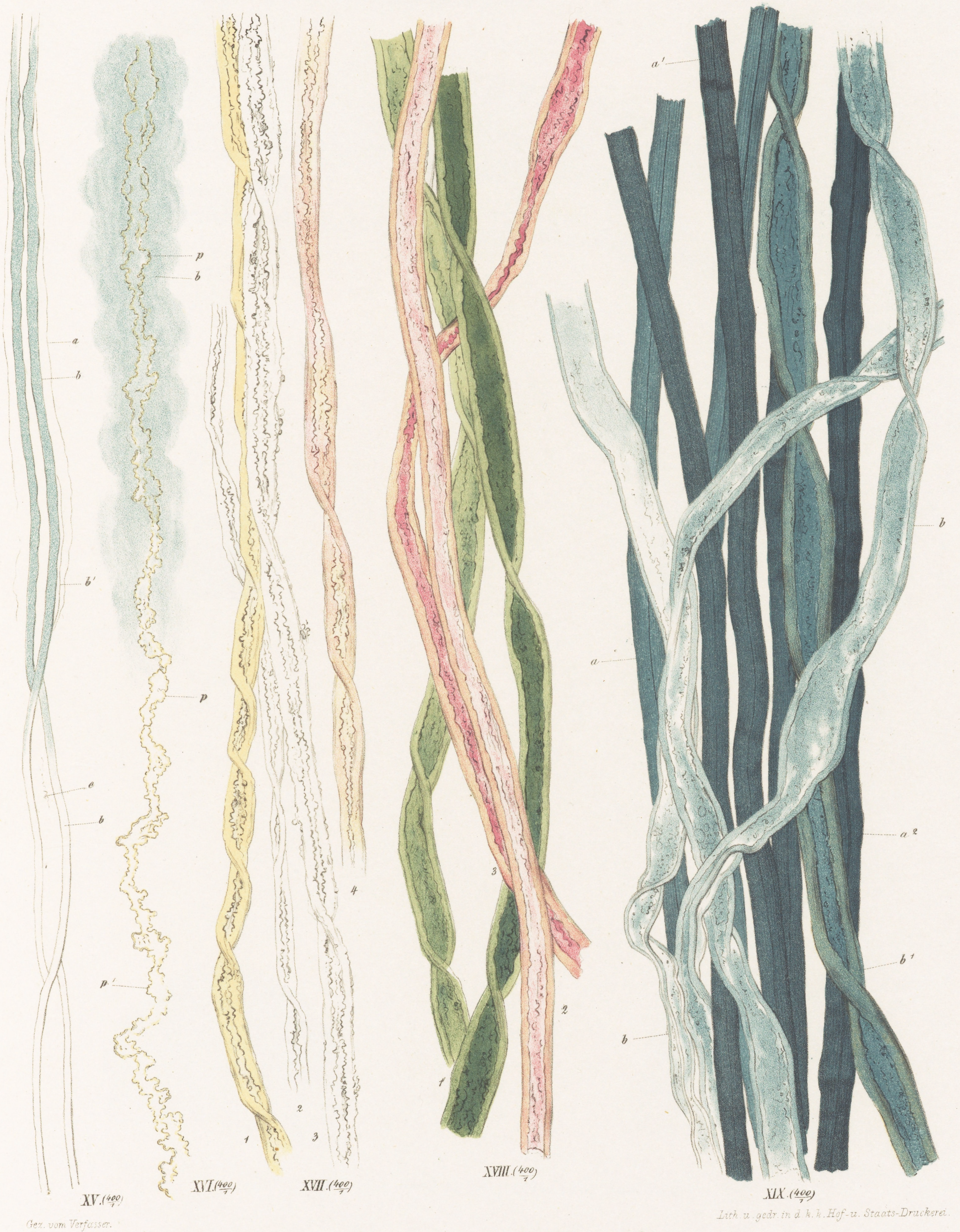
Lith. u. ged. in der k.k. Hof- u. Staatsdruckerei

BLANK
PAGE



Gez. vom Verfasser. Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof. u. Staats-Druckerei

BLANK PAGE



Gez. vom Verfasser. Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK
PAGE

Brücke. Ueber den Farbenwechsel des afrikanischen Chamäleons.

Taf. LX. LXI.

Fig. 1.

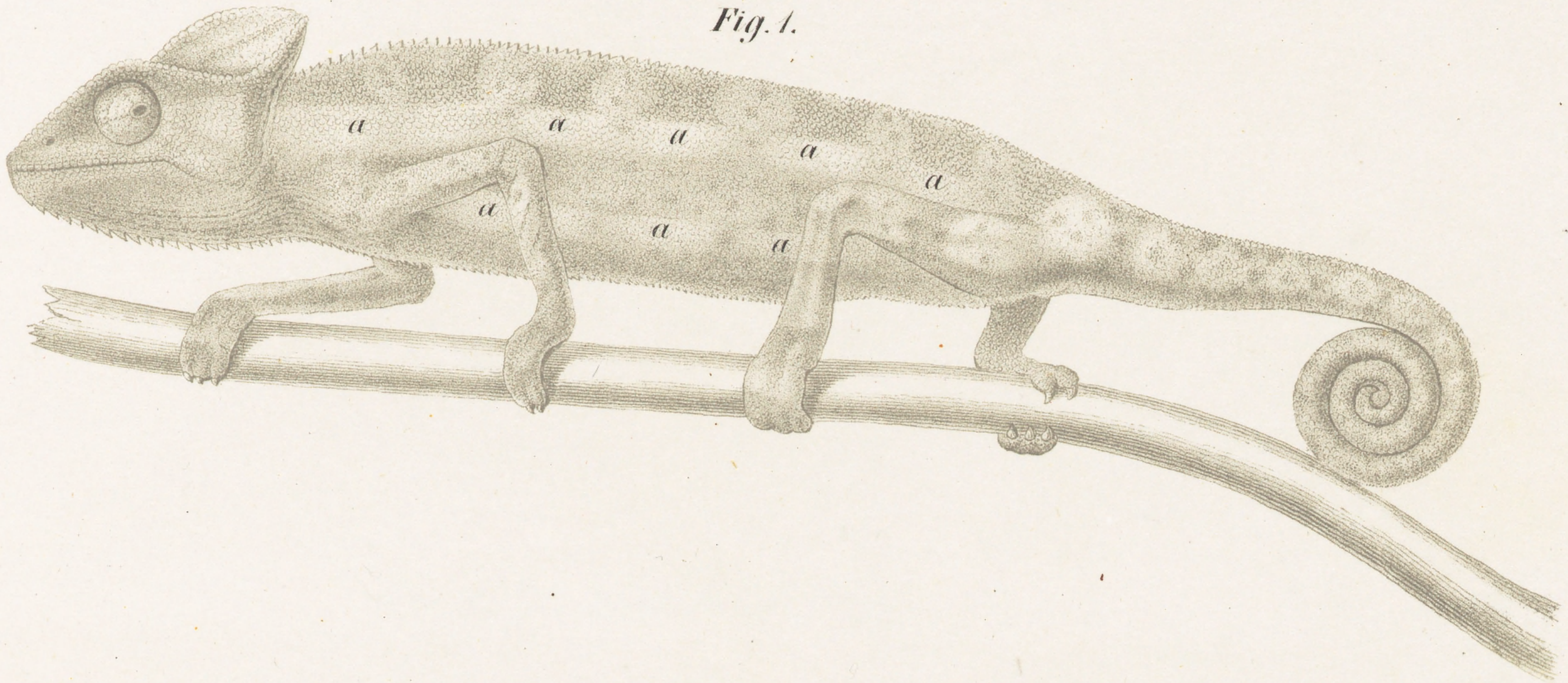


Fig. 2.

Fig. 3.

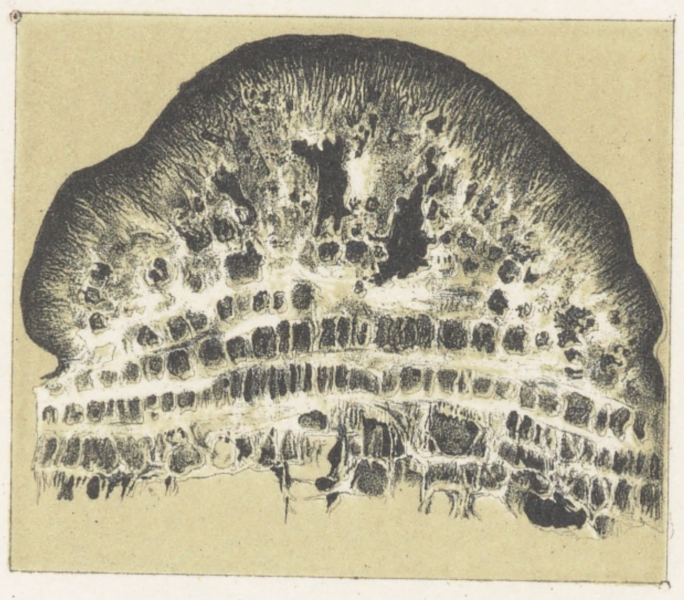


Fig. 4.

Fig. 5.

Aus der k.k. Hof- und Staatsdruckerei.

BLANK PAGE

Zweite Abtheilung.

Abhandlungen von Nicht-Mitgliedern.

Mit 10 Tafeln.

Über die Resultante eines Systemes mehrerer algebraischen Gleichungen,

ein

Beitrag zur Theorie der Elimination.

Von Dr. **Schläfli.**

(Vorgelegt in der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 9. Jänner 1851.)

Die Theorie der Elimination aus algebraischen Gleichungen scheint bis jetzt noch selten in ihrer ganzen Allgemeinheit behandelt worden zu sein. Nur für lineare Gleichungen hat man den allgemeinen Fall einer beliebigen Anzahl derselben untersucht; für höhere Gleichungen ist man fast immer bei der Zweizahl stehen geblieben, und es ist mir keine Schrift bekannt, worin der Satz über den Grad der Endgleichung eines Systemes ganz im Allgemeinen bewiesen wäre. Hesse hat zwar im 28sten Bande des Crelle'schen Journals interessante Betrachtungen über das Resultat der Elimination von zwei Unbekannten aus dreien quadratischen Gleichungen angestellt und daraus Folgerungen gezogen, welche für die Theorie der Curven dritten Grades von fundamentaler Bedeutung sind. Aber die Andeutungen über ein allgemeines Eliminations-verfahren, die er dort beiläufig gibt, sind nach meinem Urtheile nicht einmal theoretisch ausführbar. Dass in dieser Sache bis jetzt so wenig gethan worden ist, rührt vielleicht von ihrem geringen praktischen Interesse her. Denn sobald Anzahl und Grade der Gleichungen eines Systemes auch nur die Zweizahl überschreiten, so besteht die Endgleichung schon aus einer so unübersehbaren Menge von Gliedern, dass die numerische Behandlung ganz unpraktisch wird. Aber wie viele Zweige gibt es nicht in der Mathematik, in denen man, unbekümmert um numerische Anwendung, zufrieden ist mit der Einsicht in die blosse Möglichkeit einer Lösung oder eines Verfahrens? Durchgeht man Alles, was bis jetzt in Beziehung auf lineare Gleichungen gethan worden ist, von der Regel Bezout's oder Cramer's an bis auf die schönen Sätze, welche Jacobi im 22sten Bande des Crelle'schen Journals bewiesen hat, so gewähren diese Resultate einen überwiegend theoretischen Genuss, und man wird zu dem Verlangen fortgeführt, das Gebiet unserer Einsicht in die Natur eines Systemes von algebraischen Gleichungen überhaupt in ähnlicher Weise erweitert zu sehen. So wie bei linearen Gleichungen nicht sowohl die befriedigte Endgleichung für sich, als vielmehr, abgesehen von ihrer Erfüllung, nur die Form ihres Polynoms, gleichsam seine auf einen Schlag vor sich gehende Construction aus den Coëfficienten der gegebenen linearen Gleichungen, uns vorzüglich anspricht, so möchten wir auch bei höheren Gleichungen die Form des Polynoms der Endgleichung (*le résultant*, wie es Cayley nennt), seine Zusammensetzung aus allen Coëfficienten der ursprünglichen Gleichungen übersehen. Für zwei Gleichungen ist es schon seit langem bekannt, wie man die Aufgabe auf die Lösung eines Systemes linearer Gleichungen zurückführen kann, mit anderen Worten, man kennt die Resultante zweier algebraischen Gleichungen unter der Form einer Determinante, deren Grad gleich ist der Summe der Grade der beiden ursprünglichen Gleichungen. Man sehe unter anderem Hesse's Abhandlung hierüber im 27sten

Bande des Crelle'schen Journals. Für eine grössere Zahl von Gleichungen ist mir nur von Cayley ein grossartiger Versuch bekannt, solche Resultanten unmittelbar aus ihren Elementen zu construiren [1]). Zu diesem Zwecke denkt sich Cayley mehrere Gruppen von gleich viel Variabeln und Polynome, welche in Beziehung auf alle Variabeln einer jeden solchen Gruppe homogen und linear sind. Dann construirt er aus den Coëfficienten solcher Polynome, die ich vielschichtig-lineare nennen möchte, gewisse Functionen, welche sich nach mehreren Seiten hin als ganze Functionen höheren Grades von lauter Determinanten der ursprünglichen Elemente darstellen lassen — er nennt sie Hyperdeterminanten — und dann weist er an einigen Beispielen nach, wie solche Hyperdeterminanten in Resultanten gewöhnlicher (ungeschichteter, symmetrischer nach Cayley's Ausdruck) Polynome höheren Grades übergehen, wenn man je die gleichnamigen Variabeln aller jener Gruppen oder Schichten einander gleich setzt. Wenn aber dort Cayley ferner es als sich von selbst verstehend anzunehmen scheint, dass die Resultante der abgeleiteten Gleichungen eines vielschichtig-linearen Polynoms von demselben Grade sei mit derjenigen des vollständigen gewöhnlichen Polynoms von derselben Dimension, und dass daher jene Resultante durch die dem symmetrischen Fall entsprechenden Annahmen in diese übergeführt werde, so ist dieses sicher ein Irrthum, wie im Verlauf dieser Abhandlung wird gezeigt werden.

Es ist mir nun zwar keineswegs gelungen, die Endgleichung irgend eines Systemes algebraischer Gleichungen auf independente Weise zu construiren, namentlich — worauf es hier allein ankömmt, denn die einzelnen Glieder selbst können schon a priori aus den ursprünglichen Elementen combinirt werden — den numerischen Coëfficienten jedes einzelnen Gliedes der Resultante für sich zu berechnen. Sondern das hier zu beschreibende Eliminationsverfahren ist auch successiv wie die gewöhnlichen, hat aber vor diesen das voraus, dass es auf keiner Stufe die Rechnung mit fremden Factoren trübt, sondern auf ganz sicherem Wege zu der reinen Endgleichung führt, welche gerade nur dem aufgegebenen Systeme entspricht. Es werden dann ferner mehrere allgemeine Sätze über die Resultante bewiesen, welche denen über die Determinante analog sind, die Jacobi im 22sten Bande des Crelle'schen Journals bekannt gemacht hat. Dann wird der schon von Cayley behandelte Fall eines vierschichtiglinearen Polynoms mit je zwei Variabeln noch einmal vorgenommen und die Resultante seiner acht abgeleiteten Gleichungen einer genauen Untersuchung unterworfen. Endlich behandle ich einen merkwürdigen Fall der Elimination, aus dem, wenn die Zahl der Variabeln auf drei oder vier beschränkt wird, ein sehr directes Verfahren folgt, die Schar aller Tangenten einer algebraischen Curve oder die Schar aller Berührungsebenen einer algebraischen Fläche durch eine Gleichung darzustellen, in welcher nur die drei oder vier Coëfficienten der linearen Gleichung einer Tangente oder einer Berührungsebene — die von Plücker im Gegensatze der gewöhnlichen oder Punktcoordinaten so geheissenen Linien- oder Flächencoordinaten — als Variabeln auftreten.

Da der Gegenstand dieser Abhandlung mit der Theorie der Determinanten in nächster Beziehung steht, so möge am Ende derselben ein durch seine grosse Allgemeinheit merkwürdiger Satz über eine Determinante, deren Elemente aus mn einfachen Elementen zur m^{ten} Classe combinirt sind, einen Platz finden.

§. 1. Erklärungen. Die Determinanten werde ich so bezeichnen, wie es Cayley thut. Das Zeichen

$$\begin{vmatrix} a & .b & .c & .d \\ a' & .b' & .c' & .d' \\ a'' & .b'' & .c'' & .d'' \\ a''' & .b''' & .c''' & .d''' \end{vmatrix}$$

z. B. stellt die aus den 16 hingeschriebenen Elementen gebildete Determinante Δ dar. Werden die in der vom linken Ende der obersten Horizontalzeile ausgehenden Diagonale liegenden Elemente zu dem Producte $ab'c''d'''$ vereinigt, so soll dieses Glied in der entwickelten Determinante immer das positive Vorzeichen haben. Um alle übrigen Glieder zu erhalten, hat man nur die Verticalzeilen des Schemas zu permutiren

[1]) Crelle XXX, S. 1.

und das Product der jedes Mal in die Diagonale fallenden Elemente mit dem positiven oder negativen Vorzeichen zu versehen, je nachdem die Permutation selbst eine positive oder negative ist. Das Aggregat aller so erhaltenen Producte ist die Determinante Δ. Jedes Mal, wenn nur zwei Verticalzeilen mit einander vertauscht werden, geht eine positive Permutation in eine negative über, und umgekehrt.

Werden in der entwickelten Determinante alle Glieder, welche irgend ein bestimmtes Element zum Factor haben, zu einer Gruppe vereinigt, und dann der gemeinschaftliche Factor weggelassen, so nenne ich das Ergebniss das reciproke Element zu jenem ursprünglichen. So ist z. B. $\frac{d\Delta}{db'''}$ das reciproke Element zu b'''. Lässt man im Schema aller Elemente die in einem derselben sich kreuzenden Zeilen weg, so ist die Determinante der übrigen Elemente gleich oder entgegengesetzt dem reciproken Elemente des Kreuzungspunktes, je nachdem die Rangzahlen der weggelassenen Zeilen einen geraden oder ungeraden Unterschied haben.

In dem Schema

$$\left\| \begin{array}{c|c} a\ .\ b & c\ .\ d \\ a'\ .\ b' & c'\ .\ d' \\ a''\ .\ b'' & c''\ .\ d'' \end{array} \right\|$$

sollen immer zu beiden Seiten des mittelsten Striches gleichviel Verticalzeilen sein. Multiplicirt man nun alle Elemente irgend einer Verticalzeile der linken Hälfte mit den entsprechenden Elementen irgend einer Verticalzeile der rechten Hälfte und addirt alle Producte, so ordnen sich die Productensummen auf natürliche Weise in der Form eines Quadrates, dessen Seite so viele Glieder zählt, als jede Hälfte des obigen Schemas Verticalzeilen. Die Determinante der so geordneten Productensummen soll künftig durch obiges Schema dargestellt werden. Es ist also z. B.

$$\left| \begin{array}{l} ac + a'c' + a''c''\ .\ ad + a'd' + a''d'' \\ bc + b'c' + b''c''\ .\ bd + b'd' + b''d'' \end{array} \right| = \left\| \begin{array}{c|c} a\ .\ b & c\ .\ d \\ a'\ .\ b' & c'\ .\ d' \\ a''\ .\ b'' & c''\ .\ d'' \end{array} \right\|$$

und nach einem bekannten Satze

$$= \left| \begin{array}{l} a\ .\ b \\ a'\ .\ b' \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{l} c\ .\ d \\ c'\ .\ d' \end{array} \right| + \left| \begin{array}{l} a\ .\ b \\ a''\ .\ b'' \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{l} c\ .\ d \\ c''\ .\ d'' \end{array} \right| + \left| \begin{array}{l} a'\ .\ b' \\ a''\ .\ b'' \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{l} c'\ .\ d' \\ c''\ .\ d'' \end{array} \right|.$$

Da wir meist nur homogene Functionen der Variabeln betrachten werden, so soll in der Regel das einfache Wort „Polynom" ein homogenes Polynom bezeichnen.

Da das in verschiedenen Beziehungen kurz hinter einander gebrauchte Wort „Coëfficient" leicht sinnstörende Verwechslungen verursachen könnte, so sollen die Coëfficienten der verschiedenen Glieder eines Polynoms kurzweg die Elemente desselben heissen.

Den gewöhnlichen Ausdruck „Potenzen und Producte der Variabeln" werden wir durch den kürzeren „Variabeln-Combinationen" ersetzen. Es sind dann natürlich Combinationen mit Wiederholungen gemeint.

Im Allgemeinen denken wir uns jedes Glied eines Polynoms immer als Product eines Elementes mit der entsprechenden Variabeln-Combination. Die Permutationszahl dieser Combination soll nicht als numerischer Factor hinzugedacht werden, wenn dies nicht ausdrücklich bemerkt wird.

Die Exponenten, welche die einzelnen Variabeln in irgend einer Combination haben, heissen die Zeiger des entsprechenden Elementes. Zeiger verschiedener Elemente, welche sich auf eine und dieselbe Variable beziehen, sollen gleichnamige Zeiger heissen.

Liegt ein System mehrerer Gleichungen vor, so können wir diese ihrem Range nach unterscheiden. Elemente irgend eines Ranges werden daher solche sein, die in irgend einer und derselben Gleichung vorkommen. Die Elemente aller Gleichungen zusammen sollen Elemente des Systemes heissen.

Besteht ein System aus eben so vielen homogenen Gleichungen als Variabeln sind, so kann man die Verhältnisse dieser Variabeln sich eliminirt denken; die ganze und rationale Endgleichung wird eine Relation zwischen allen Elementen des Systemes ausdrücken. Wenn nun immer beim Statthaben dieser Relation auch die Verhältnisse der Variabeln so bestimmt werden können, dass alle ursprünglichen Gleichungen des Systemes erfüllt sind, und wenn umgekehrt alle diese Gleichungen nicht anders befriedigt werden können, als indem zugleich jene Endgleichung befriedigt wird, so soll das Polynom derselben die Resultante des Systemes heissen und als ganze rationale Function seiner wieder frei gedachten Elemente aufgefasst werden.

Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass nie das Verschwinden sämmtlicher Variabeln als Lösung eines Systemes homogener Gleichungen gelten darf.

Kann die Endgleichung verschwinden, ohne dass es zugleich Verhältnisse der Variabeln gibt, welche das ganze System befriedigen, so hat ihr Polynom einen fremden Factor. Kann umgekehrt das ganze System befriedigt werden, ohne dass dies auch mit der Endgleichung geschieht, so fehlt in ihrem Polynom ein in der Resultante vorkommender Factor.

Die gegebene Definition wird ungenügend, wenn entweder das Polynom der Endgleichung oder die wahre Resultante potenzirte Factoren haben. So viel ist indess sicher, dass wenn beim Verschwinden irgend einer untheilbaren ganzen Function der Elemente das ganze System durch verschiedene Reihen von Verhältnissen der Variabeln befriedigt wird, die Resultante jene ganze Function wenigstens eben so oft als Factor enthalten muss.

Die genannten Schwierigkeiten fallen weg, wenn alle Gleichungen des Systemes vollständig sind, d. h., wenn in jeder alle ihrem Grade entsprechenden Combinationen sämmtlicher Variabeln vorkommen, und wenn alle Elemente als lauter einfache und unter sich unabhängige Grössen gelten. In diesem Falle nehmen wir die Untheilbarkeit der Resultante als Grundsatz an.

Wenn die Zahl der Variabeln diejenige der homogenen Gleichungen eines Systemes um 1 übertrifft, so bleiben die Elemente frei, und nur die Verhältnisse der Variabeln werden bestimmt. Jede so bestimmte Reihe gleichzeitiger Werthe aller Variabeln — es kömmt begreiflich nur auf ihre Verhältnisse an — nennen wir eine Wurzelgruppe des Systemes; die einzelnen Werthe selbst, aus denen die Reihe oder Gruppe besteht, heissen Wurzeln. Wir wollen die verschiedenen Lösungen des Systemes durch Accente unterscheiden. Wurzeln sind daher gleichaccentig, wenn sie zu einer und derselben Wurzelgruppe gehören, gleichnamig, wenn sie in verschiedenen Lösungen Werthe einer und derselben Variabeln sind.

Wird eine Function der Wurzeln eines Systemes durch Permutation der Wurzelgruppen (der Accente) nicht geändert, so heisst sie eine symmetrische Function. (Wir werden nur ganze Functionen dieser Art betrachten.) Gehen aus einem einzigen Gliede derselben durch blosse Permutation der Accente alle übrigen hervor, so heisst sie einfach.

Da nur die Verhältnisse aller gleichaccentigen Wurzeln bestimmt sind, so muss jedes Glied einer symmetrischen Function in Beziehung auf jeden Accent von derselben Dimension sein, d. h. es muss aus jeder Gruppe gleich viel Wurzeln zu Factoren haben. Ist nun die Dimension in Beziehung auf jeden Accent der Einheit gleich, so heisst die symmetrische Function primitiv.

Wenn sämmtliche Lösungen des Systemes für eine bestimmte Variable keinen einzigen verschwindenden Werth geben, so dürfen wir die entsprechenden Wurzeln alle gleich 1 setzen. Dann werden in irgend einem Gliede einer einfachen symmetrischen Function nicht mehr alle Accente vorkommen. Nach der Anzahl der in einem Gliede vorhandenen Accente nennen wir dann die Function ein-, zwei-, dreiaccentig u. s. f. In einer Gleichung mit einer Unbekannten z. B. sind die Summen der Potenzen der Wurzeln einaccentige, die Summen der Combinationen ohne Wiederholung primitive Functionen.

Setzen wir eine beliebige Reihe von Variabeln-Combinationen desselben Grades hin, welche nicht sämmtlich durch eine und dieselbe Variable dividirt werden können, und multipliciren nun diese Grundreihe

nach und nach mit einzelnen Variabeln-Combinationen, welche durchaus nicht vom selben Grade zu sein brauchen, so mögen die neuen so gebildeten Reihen äquidistante Variabeln-Combinationen heissen.

§. 2. Wenn n höhere algebraische Gleichungen mit n Unbekannten gegeben sind, und man wollte eine dieser Unbekannten aus je zwei Gleichungen eliminiren, indem man z. B. die erste mit allen übrigen combinirte, um so $n-1$ Gleichungen mit $n-1$ Unbekannten zu erhalten, so würde im Allgemeinen der Grad jeder Gleichung des neuen Systemes gleich sein dem Producte der Grade der beiden ursprünglichen Gleichungen, aus deren Combination jene Gleichung hervorgegangen ist. Denkt man sich ein solches Verfahren wiederholt, so sieht man, dass die Grade der Gleichungen etwa wie Potenzen steigen, deren Exponenten in der geometrischen Reihe 1, 2, 4, 8, ... fortgehen. Abgesehen davon, dass für eine auch nur mässige Anzahl quadratischer Gleichungen die Ausführung eines solchen Eliminationsverfahrens mehr Zeit als die eines Menschenlebens erforderte, ist dabei nicht einmal theoretischer Gewinn, weil man die Zahl sämmtlicher Lösungen des Systemes ungeheuer überschätzen würde. Wenn nun auch das sogleich zu zeigende Verfahren immer noch sehr bald unausführbar wird wegen der abschreckenden Länge seiner Entwickelungen, so führt uns doch die Vorstellung von seiner Möglichkeit zu der deutlichen Erkenntniss von der Zahl der Lösungen, die das System wirklich hat.

Das Verfahren ist ein successives und demjenigen analog, durch welches bei zwei algebraischen Gleichungen die Elimination mit Hülfe der Theorie der symmetrischen Functionen geschieht. Die Hauptsache, auf die es dabei ankömmt, wird in der Lösung der folgenden Aufgabe deutlich werden.

Es seien $x, y, z, \dots w$ die $n+1$ Variabeln des gegebenen Systemes von n homogenen Gleichungen. Man setze nun eine lineare Gleichung mit litteralen Coëfficienten, wie

$$ax + by + cz + \dots + kw = o,$$

hinzu. Die Resultante des so vermehrten Systemes sei bekannt. Man soll jede einfache symmetrische Function der Wurzelgruppen des ursprünglichen Systemes rational durch seine Elemente ausdrücken.

Man ordne die Resultante nach den fallenden Potenzen eines der Elemente jener beigefügten linearen Gleichung, z. B. nach denen von k, und es sei — was der allgemeine Fall ist — eine Potenz von k vorhanden, deren Exponent dem Grade gleich ist, den die Resultante in Beziehung auf alle Elemente $a, b, c, \dots k$ überhaupt hat; ihr Coëfficient heisse K. Dann sind alle folgenden Coëfficienten der Potenzen von k resp. die mit K multiplicirten Summen der Combinationen (ohne W.) erster, zweiter, dritter, ... Classe der Werthe von

$$\frac{ax + by + cz + \dots}{w},$$

welche das ursprüngliche System liefert. Aus diesen können alle Potenzensummen

$$\Sigma \left(\frac{ax + by + cz + \dots}{w}\right)^r$$

jener Werthe berechnet werden. Mit der entsprechenden Potenz von K multiplicirt, werden sie als ganze Functionen der Elemente des Systemes erscheinen. Man entwickle diese nach den Combinationen der Hülfselemente $a, b, c, \dots$, so wird man durch Vergleichung der Multiplicatoren irgend einer Combination wie $a^\alpha b^\beta c^\gamma \dots$ den Werth einer einaccentigen symmetrischen Function, wie

$$\Sigma \frac{x^\alpha y^\beta z^\gamma \dots}{w^{\alpha+\beta+\gamma+\dots}},$$

erhalten. Aus diesen einaccentigen Functionen können aber alle vielaccentigen, wie

$$\Sigma \frac{x^\alpha y^\beta z^\gamma \dots}{w^{\alpha+\beta+\gamma+\dots}} \cdot \frac{x'^{\alpha'} y'^{\beta'} z'^{\gamma'} \dots}{w'^{\alpha'+\beta'+\dots}} \cdot \frac{x''^{\alpha''} y''^{\beta''} z''^{\gamma''} \dots}{w''^{\alpha''+\beta''+\dots}} \dots,$$

nach demselben Gesetz berechnet werden, welches **Woring**[1]) für Gleichungen mit einer Unbekannten gezeigt hat.

Setzen wir nämlich

$$(\alpha, \beta, \gamma, \ldots;\ \alpha', \beta', \gamma', \ldots;\ \alpha'', \beta'', \gamma'', \ldots;\ \ldots.) = \Sigma\, \frac{x^\alpha\, y^\beta\, z^\gamma \ldots}{w^{\alpha+\beta+\ldots}} \cdot \frac{x'^{\alpha'}\, y'^{\beta'}\, z'^{\gamma'} \ldots}{w'^{\alpha'+\beta'+\gamma'+\ldots}} \ldots\ldots,\ ^{2})$$

so finden wir durch Multiplication

$$(\alpha, \beta, \gamma, \ldots)\ (\alpha', \beta', \gamma' \ldots) = (\alpha+\alpha', \beta+\beta', \gamma+\gamma' \ldots) + (\alpha, \beta, \gamma, \ldots;\ \alpha', \beta', \gamma', \ldots);$$

also ist jede zweiaccentige Function

$$(\alpha, \beta, \gamma, \ldots;\ \alpha', \beta', \gamma', \ldots) = (\alpha, \beta, \gamma, \ldots)\ (\alpha', \beta', \gamma', \ldots) - (\alpha+\alpha', \beta+\beta', \gamma+\gamma', \ldots).$$

Ferner ist

$$\begin{aligned}(\alpha, \beta, \gamma, \ldots;\ \alpha', \beta', \gamma', \ldots)\ (\alpha'', \beta'', \gamma'', \ldots) &= (\alpha+\alpha'', \beta+\beta'', \ldots;\ \alpha', \beta', \ldots)\\ &+ (\alpha, \beta, \ldots;\ \alpha'+\alpha'', \beta'+\beta'', \ldots) + (\alpha, \beta, \ldots;\ \alpha', \beta', \ldots;\ \alpha'', \beta'', \ldots),\end{aligned}$$

und wenn man die vorige Formel wieder anwendet, jede dreiaccentige Function

$$\begin{aligned}&(\alpha, \beta, \ldots;\ \alpha', \beta', \ldots;\ \alpha'', \beta'', \ldots) = (\alpha, \beta, \ldots)\ (\alpha', \beta', \ldots)\ (\alpha'', \beta'', \ldots)\\ &-(\alpha+\alpha', \beta+\beta', \ldots)\ (\alpha'', \beta'', \ldots) - (\alpha+\alpha'', \beta+\beta'', \ldots)\ (\alpha', \beta', \ldots) - (\alpha, \beta, \ldots)(\alpha'+\alpha'', \beta'+\beta'', \ldots)\\ &+ 2\,(\alpha+\alpha'+\alpha'', \beta+\beta'+\beta'', \ldots).\end{aligned}$$

Wie dies weiter geht, ist klar. Man wird also im Stande sein, jede vielaccentige Function durch lauter einaccentige auszudrücken. Selbst das Bildungsgesetz eines solchen Ausdruckes ist leicht anzugeben. Wenn die Function r accentig ist, so theile man die Zahl r auf alle möglichen Arten in positive Theile, wobei blosse Versetzungen der Theile ausgeschlossen sein sollen. Eine solche Zerlegung sei z. B.

$$r = f + g + \ldots + k.$$

Es seien ferner $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \ldots;\ \alpha_2, \beta_2, \gamma_2, \ldots;\ \ldots;\ \alpha_r, \beta_r, \gamma_r \ldots$ die Exponentengruppen, welche die aufgegebene Function charakterisiren. Man theile die Reihenfolge dieser Gruppen auf alle möglichen Arten in einzelne Complexe, welche resp. $f, g, \ldots k$ Gruppen umfassen, doch so, dass innerhalb jedes Complexes keine Versetzungen seiner Elementargruppen gestattet sind, und dass auch, wenn einige der Zahlen $f, g, \ldots k$ einander gleich sind, keine Anordnungen sich durch blosse Vertauschung der diesen gleichen Zahlen entsprechenden Complexe unterscheiden dürfen. Dann möge jedem Complex eine einaccentige Function entsprechen, deren charakteristische Exponenten die Summen der gleichnamigen Exponenten sind, welche in den Elementargruppen dieses Complexes enthalten sind; und jeder Anordnung das Product aller einaccentigen Functionen, welche den in ihr begriffenen Complexen entsprechen. Der gemeinschaftliche Factor sämmtlicher auf diese Weise bestimmten Producte ist

$$(-1)^{f-1}\,1.2.3\ldots(f-1) \times (-1)^{g-1}\,1.2.3\ldots(g-1) \times \ldots\ldots \times (-1)^{k-1}\,1.2.3\ldots(k-1).$$

Wird dieses Verfahren auf alle Zerfällungen der Zahl r in positive Theile ausgedehnt, so ist das Aggregat aller Resultate der Werth der aufgegebenen r accentigen Function.

Es ist leicht, dieses Bildungsgesetz durch den Schluss von r auf $r+1$ zu beweisen.

Wir können also alle vielaccentigen Functionen auf einaccentige zurückführen. Da wir aber auch im Stande sind, diese durch lauter primitive auszudrücken, so werden wir zuletzt jede vielaccentige Function als ein Aggregat von Producten primitiver Functionen darstellen können. Indess wird in den Formen dieser

---

[1]) Siehe Klügel's math. Wörterbuch Art. Symm. Function, S. 870.

[2]) Um die allgemeine Gültigkeit der folgenden Formeln nicht zu beschränken, sollen coincidirende Exponentenreihen gleich wie verschiedene behandelt werden. Dann ist z. B. $(\alpha, \beta, \gamma, \ldots;\ \alpha, \beta, \gamma, \ldots) = 2\,\Sigma\, \frac{x^\alpha\, y^\beta\, z^\gamma \ldots}{w^{\alpha+\beta+\gamma+\ldots}} \cdot \frac{x'^\alpha\, y'^\beta\, z'^\gamma \ldots}{w'^{\alpha+\beta+\gamma+\ldots}}$, wenn diese Summe lauter verschiedene Glieder enthält.

Darstellungen für eine und dieselbe gegebene symmetrische Function Mannigfaltigkeit stattfinden, da die primitiven Functionen nicht unter sich unabhängig, sondern durch viele identische Relationen verbunden sind. Wenn z. B. nur zwei Wurzelgruppen sind, so ist folgendes eine solche Relation:

$$(xy'+x'y)(xz'+x'z)(yz'+y'z)-xx'(yz'+y'z)^2-yy'(xz'+x'z)^2-zz'(xy'+x'y)^2$$
$$+4xx'yy'zz'=0.$$

Es ist von Wichtigkeit, die niedrigste Potenz von K zu kennen, mit der man den auf die beschriebene Weise erhaltenen Ausdruck für die symmetrische Function

$$\Sigma\frac{x^\alpha y^\beta z^\gamma\ldots}{w^{\alpha+\beta+\gamma+\ldots}}\times\frac{x'^{\alpha'}y'^{\beta'}z'^{\gamma'}\ldots}{w'^{\alpha'+\beta'+\gamma'\ldots}}\times\ldots\times\ldots\ldots$$

multipliciren muss, um ihn ganz zu machen. Man vergleiche alle Summen von zur selben Gruppe gehörenden Exponenten $\alpha+\beta+\gamma+\ldots$, $\alpha'+\beta'+\gamma'+\ldots$, $\alpha''+\beta''+\gamma''+\ldots$, etc., so wird gewiss eine darunter von keiner der übrigen übertroffen werden. Es sei dies z. B. die erste $\alpha+\beta+\gamma+\ldots=\sigma$, so ist K^σ der Multiplicator, der diese symmetrische Function ganz macht.

Um dies zu beweisen, multiplicire man die symmetrische Function mit $(ww'w''w'''\ldots)^\sigma$, wo das eingeklammerte Product sich auf alle Wurzelgruppen erstreckt. Ist dann $\alpha'+\beta'+\gamma'+\ldots+\varkappa'=\alpha''+\beta''+\ldots+\varkappa''=\ldots=\sigma$, so erhält man die symmetrische Function

$$\Sigma x^\alpha y^\beta z^\gamma\ldots w^\varkappa\times x'^{\alpha'}y'^{\beta'}z'^{\gamma'}\ldots w'^{\varkappa'}\times x''^{\alpha''}y''^{\beta''}\ldots w''^{\varkappa''}\times\ldots,$$

wo in jedem Gliede alle Accente zugleich vorkommen. Bezeichnen wir nun den Grad der Resultante in Beziehung auf $a, b, c, \ldots k$, oder, was dasselbe ist, die Zahl der Wurzelgruppen mit p und die Coëfficienten von a^p, k^p mit A, K, so ist $xx'x''\ldots : ww'w''\ldots = A : K$. Würde nun die betrachtete symmetrische Function erst durch Multiplication mit $K^{\sigma+\varepsilon}$ ganz gemacht, so hätte der Ausdruck für

$$\Sigma\left(\frac{y}{x}\right)^\beta\left(\frac{z}{x}\right)^\gamma\cdots\left(\frac{w}{x}\right)^\varkappa\times\left(\frac{y'}{x'}\right)^{\beta'}\left(\frac{z'}{x'}\right)^{\gamma'}\cdots\left(\frac{w'}{x'}\right)^{\varkappa'}\times\cdots$$

den Nenner $A^\sigma K^\varepsilon$. Wenn man aber die Resultante nach den fallenden Potenzen von a ordnet und das gleiche Verfahren wie vorhin befolgt, so wird man zu einem Ausdruck gelangen, der nur eine Potenz von A zum Nenner haben kann. Folglich muss $\varepsilon = o$ sein.

Wird jetzt die lineare Gleichung $ax+by+\ldots+kw=o$ durch irgend eine höhere Gleichung vom Grade m, z. B. $\varphi(x, y, z, \ldots w)=o$ ersetzt, so hat man für die Resultante des so veränderten Systemes den Ausdruck

$$K^m\frac{\varphi(x,y,\ldots w)}{w^m}\cdot\frac{\varphi(x',y',\ldots w')}{w'^m}\cdot\frac{\varphi(x'',y'',\ldots w'')}{w''^m}\ldots,$$

wo das Product sich auf alle p Wurzelgruppen $x:y:z:\ldots w$, $x':y':z':\ldots:w'$, $x'':y'':\ldots w''$, etc. erstreckt.

§. 3. Aus dem Bisherigen fliesst nun folgendes Eliminationsverfahren.

Es seien n Gleichungen zwischen den $n+1$ Variabeln $x, y, z, \ldots w$ und resp. von den Graden m_1, m_2, m_3, $\ldots m_n$ gegeben:

$$\varphi_1(x, y, \ldots w)=o,\ \varphi_2=o, \varphi_3=o, \ldots \varphi_n=o.$$

Man setze n lineare Gleichungen hin

$$\rho=ax+by+cz\ldots+kw=o,\ \rho_1=a_1x+\ldots+k_1w=o,\ \rho_2=o, \ldots \rho_{n-1}=o,$$

und vereinige sie mit $\varphi_n=o$ zu einem Systeme. Die Resultante desselben wird man erhalten, wenn man die Werthe von $x:y:\ldots:w$, welche die n linearen Gleichungen geben, in φ_n substituirt. Sie wird in Beziehung auf jede Elementenreihe $(a, b, c, \ldots k)$ vom $m_n$ten und in Beziehung auf die Elemente von φ_n

vom ersten Grade sein. Man ordne sie nach den Combinationen von $a_{n-1}, b_{n-1}, \ldots k_{n-1}$, so hat man die primitiven Functionen der m_n Wurzelgruppen des Systemes

$$\rho = o, \rho_1 = o, \ldots . \rho_{n-2} = o, \varphi_n = o$$

vor Augen und ist mittelst derselben in Stand gesetzt, die Resultante des Systemes

$$\rho = o, \rho_1 = o, \ldots \rho_{n-2} = o, \varphi_{n-1} = o, \varphi_n = o$$

zu berechnen. Diese ist in Beziehung auf die Elemente von φ_{n-1} vom Grade m_n und in Beziehung auf die Elemente der übrigen Polynome von einem m_{n-1} Mal höheren Grade als die vorige Resultante, also in Beziehung auf die Elemente eines jeden der linearen Polynome $\rho, \rho_1, \ldots \rho_{n-2}$ vom Grade $m_{n-1}\, m_n$ und in Beziehung auf die Elemente von φ_n vom Grade m_{n-1}. Man ordne nun diese Resultante nach den Combinationen von $a_{n-2}, b_{n-2}, \ldots k_{n-2}$, um die Verhältnisse der primitiven Functionen der Wurzelgruppen des Systemes

$$\rho = o, \rho_1 = o, \rho_2 = o, \ldots . \rho_{n-3} = o, \varphi_{n-1} = o, \varphi_n = o$$

vor Augen zu haben, und berechne mittelst derselben die zusammengesetzte symmetrische Function $\Pi\varphi_{n-2}(x, y, \ldots w)$, wo das Product sich auf alle $m_{n-1}\, m_n$ Wurzelgruppen erstreckt. Das Resultat, die Resultante des Systemes

$$\rho = o, \rho_1 = o, \rho_2 = o, \ldots \rho_{n-3} = o, \varphi_{n-2} = o, \varphi_{n-1} = o, \varphi_n = o,$$

wird in Beziehung auf die Elemente von φ_{n-2} vom Grade $m_{n-1}\, m_n$ und in Beziehung auf die primitiven Functionen vom Grade m_{n-2} sein, also in Beziehung auf die Elemente eines jeden der linearen Polynome ρ vom Grade $m_{n-2}\, m_{n-1}\, m_n$, in Beziehung auf die Elemente von φ_{n-1} vom Grade $m_{n-2}\, m_n$ und in Beziehung auf die Elemente von φ_n vom Grade $m_{n-2}\, m_{n-1}$. Wenn man weiter so verfährt, so gelangt man zuletzt zur Resultante u des Systemes

$$\rho = o, \varphi_1 = o, \varphi_2 = o, \ldots . \varphi_n = o,$$

welche in Beziehung auf die Elemente $a, b, c, \ldots k$ des linearen Polynoms ρ und auf diejenigen der übrigen Polynome $\varphi_1, \ldots \varphi_n$ resp. von den Graden $p = m_1\, m_2\, m_3 \ldots m_n, \frac{p}{m_1}, \frac{p}{m_2}, \ldots \frac{p}{m_n}$ sein wird.

Sind endlich die Elemente der Polynome $\varphi_1, \varphi_2, \ldots \varphi_n$ numerisch gegeben, so muss die Resultante u in Beziehung auf die einzig noch übrig gebliebenen litteralen Elemente $a, b, c, \ldots k$ in p lineare Factoren zerlegt werden können. Diese Aufgabe kömmt, wie leicht zu begreifen, auf die Auflösung einer Gleichung p^{ten} Grades mit einer Unbekannten zurück. Ist die Zerfällung ausgeführt, so ist die Reihe der numerischen Coëfficienten von $a, b, c, \ldots k$ in irgend einem linearen Factor von u zugleich eine Wurzelgruppe des Systemes der Gleichungen $\varphi_1 = o, \varphi_2 = o, \ldots \varphi_n = o$.

Das Verfahren würde demnach etwa folgendes sein. Man stelle die Differentialcoëfficienten $\frac{du}{da}, \frac{du}{db}, \ldots \frac{du}{dk}$ dar, ordne die Gleichung $u = o$ nach den fallenden Potenzen eines der Coëfficienten $a, b, \ldots k$, z. B. nach denen von a und gebe den Verhältnissen $b : c : \ldots : k$ beliebige Werthe; man kann z. B. $c = d = \ldots = k = o$ setzen. Man wird dann eine Gleichung p^{ten} Grades für das noch unbekannte Verhältniss $a : b$ erhalten. Die p für dasselbe gefundenen Werthe werden zugleich mit den für $b : c : d : \ldots : k$ angenommenen Werthe in jene $n + 1$ Differentialcoëfficienten substituirt, so hat man die p Wurzelgruppen $x : y : z : \ldots : w$ des Systemes $\varphi_1 = o, \varphi_2 = o, \ldots \varphi_n = o$ gefunden.

(Anmerkung. Wenn ein homogenes Polynom m^{ten} Grades $\varphi(x, y, \ldots w)$ in m lineare Factoren zerlegt werden kann, so findet man dieselben auf folgende Weise. Es sei $x_1 : y_1 : \ldots w_1$ irgend eine Lösung der Gleichung $\varphi = o$, und man substituire diese Werthe der Variabeln in die Differentialcoëfficienten $\frac{d\varphi}{dx}, \frac{d\varphi}{dy}, \ldots \frac{d\varphi}{dw}$, so werden die letzteren zu Coëfficienten eines linearen Polynoms ρ_1, welches in φ aufgeht. Verfährt man ebenso mit anderen Lösungen $x_2 : y_2 : \ldots : w_2$, $x_3 : y_3 : \ldots : w_3$, etc., so kann man auch andere Polynome $\rho_2, \rho_3, \ldots$ erhalten. Erhielte man aber auf diesem Wege mehr als m verschiedene lineare

Polynome, so müsste man daraus schliessen, dass φ nicht in lauter lineare Factoren zerlegt werden kann. Um sicher zu gehen, kann man die Verhältnisse $y : z : \ldots : w$ für alle Lösungen behalten, so wird die nach x aufgelöste Gleichung, $\varphi = o$, m Lösungen geben, die sich nur durch die Werthe von x unterscheiden und daher nothwendig verschiedene Polynome ρ liefern müssen. Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass im Vorigen vorausgesetzt wurde, dass keine zwei linearen Factoren von φ einander gleich sind, und dass keine Lösung mehr als einen dieser Factoren verschwinden macht.)

Unbequem ist es bei dem beschriebenen Verfahren, dass man die von der Rechnung geforderten vielaccentigen Functionen erst in Functionen der einaccentigen und dann diese in Functionen der primitiven Functionen ausdrücken muss. Dieser Umweg bewirkt, dass man weit höher potenzirte Nenner in die Rechnung bekömmt, als der Typus der aufgegebenen symmetrischen Functionen erfordert, und dass man dann die weitschichtigen Polynome so lange mit unsäglicher Mühe reduciren muss, bis die Nenner auf das gehörige Mass herunter gebracht sind. Es wäre wichtig zu wissen, ob, wenn die primitiven Functionen durch einfache Zeichen bezeichnet sind, die besprochene Reduction ausgeführt werden kann, ohne dass man die mannigfaltigen Relationen, welche jene primitiven Functionen verknüpfen, zu Hülfe nimmt. Freilich, wenn für die primitiven symmetrischen Functionen ihre entwickelten Ausdrücke gesetzt werden, so werden diese in identischer Weise allen jenen Relationen genügen, und die angeregte Schwierigkeit fällt gänzlich weg. Um den Umweg unseres Verfahrens zu vermeiden, sollte man die geforderten vielaccentigen Functionen unmittelbar in Functionen der primitiven darstellen können, wie es für die Wurzeln einer einzigen algebraischen Gleichung Gauss gezeigt hat in seiner Abhandlung: *Demonstratio nova altera theorematis omnem functionem algebraicam rationalem integram unius variabilis in factores reales primi vel secundi gradus resolvi posse.* (Comment. d. Gött. Ak. 1816.)

§. 4. Hesse hat in seiner schönen Abhandlung über die Resultante von drei quadratischen Gleichungen (Crelle XXVIII, S. 71) auch im Vorbeigehen über das Eliminationsverfahren im Allgemeinen sich ausgesprochen. Dasselbe würde in Folgendem bestehen.

Angenommen, die Resultante u des Systemes $\rho = ax + by \ldots + kw = o$, $\varphi_1 = o$, $\varphi_2 = o, \ldots \varphi_n = o$ sei bekannt und in Beziehung auf $a, b, \ldots k$ homogen und vom p^{ten} Grade, so soll man mittelst derselben die Resultante U eines neuen Systemes finden, worin nur jene erste lineare Gleichung $\rho = o$ durch eine $\varphi = o$ vom m^{ten} Grade ersetzt ist. Wir wollen die p verschiedenen Wurzelgruppen des Systemes der n Gleichungen $\varphi_1 = o, \ldots \varphi_n = o$ und die ihnen entsprechenden Werthe von ρ durch übergesetzte Zeiger 1, 2, 3, ... p unterscheiden. Dann ist $u = \overset{1}{\rho}\overset{2}{\rho}\overset{3}{\rho} \ldots \overset{p}{\rho}$, wo z. B. $\overset{1}{\rho} = a\overset{1}{x} + b\overset{1}{y} + \ldots + k\overset{1}{w}$. Nach Hesse haben wir uns nun m verschiedene Gruppen der Coëfficienten $a, b, c, \ldots k$ zu denken, die wir sammt den entsprechenden Ausdrücken für ρ und u durch die untergesetzten Zeiger 1, 2, 3, ... m unterscheiden wollen, so dass z. B. $\rho_1 = a_1 x + b_1 y \ldots + k_1 w$ und $u_1 = \overset{1}{\rho}_1 \overset{2}{\rho}_1 \overset{3}{\rho}_1 \ldots \overset{p}{\rho}_1$ wird. Dann sollten wir beide Seiten der Gleichung

$$u_1 u_2 u_3 \ldots u_m = \overset{1}{\rho}_1 \overset{1}{\rho}_2 \ldots \overset{1}{\rho}_m \times \overset{2}{\rho}_1 \overset{2}{\rho}_2 \ldots \overset{2}{\rho}_m \times \ldots \times \overset{p}{\rho}_1 \overset{p}{\rho}_2 \ldots \overset{p}{\rho}_m$$

nach den Combinationen der $m(n+1)$ Grössen $a_1, b_1, \ldots k_1, \ldots a_m, b_m, \ldots k_m$ entwickeln und die Multiplicatoren derselben Combinationen auf beiden Seiten einander gleich setzen, so würden wir die Werthe aller der symmetrischen Functionen erhalten, deren Kenntniss uns zur Berechnung der Formel

$$U = \Pi \varphi(x, y, z, \ldots w) = \overset{1}{\varphi} \overset{2}{\varphi} \ldots \overset{p}{\varphi},$$

wo das Product sich über alle p Wurzelgruppen erstreckt, nöthig wäre.

Wir wollen die Ausführbarkeit dieser Vorschrift näher untersuchen. Das Product $\overset{1}{\rho}_1 \overset{1}{\rho}_2 \ldots \overset{1}{\rho}_m$ liefert uns primitive Combinationen der Grössen $a_1, b_1, \ldots k_m$, wo jede der m Gruppen immer nur durch eine einzige Grösse repräsentirt ist. Isoliren wir eine dieser primitiven Combinationen und nennen sie A. Dieselbe wird mit einer Combination $\overset{1}{P}$ der Wurzeln $\overset{1}{x}, \overset{1}{y}, \ldots \overset{1}{w}$ der ersten Gruppe multiplicirt sein,

welche nur von den Namen $a, b, \dots k$ der Factoren von A, aber nicht von ihren untergesetzten Zeigern abhängt. Ebenso seien $B\overset{2}{Q}, \dots, C\overset{p}{R}$ einzelne Glieder der entwickelten Specialproducte $\overset{2}{\rho}_1\overset{2}{\rho}_2 \dots \overset{2}{\rho}_m$, $\dots\dots, \overset{p}{\rho}_1\overset{p}{\rho}_2 \dots \overset{p}{\rho}_m$. Dann wird $AB \dots C \times \overset{1}{P}\,\overset{2}{Q} \dots \overset{p}{R}$ ein Glied des totalen Productes aller $m(n+1)$ Formen von ρ sein. Vertauschen wir nun in der Combination $\overset{1}{P}\,\overset{2}{Q} \dots \overset{p}{R}$ die oberen auf die p Wurzelgruppen bezüglichen Zeiger, so erhalten wir

$$AB \dots C \times \Sigma \overset{1}{P}\,\overset{2}{Q} \dots \overset{p}{R}$$

als Glied des totalen Productes aller Formen von ρ, und die symmetrische Function $\Sigma \overset{1}{P}\,\overset{2}{Q} \dots \overset{p}{R}$ ist es gerade, deren Kenntniss wir zur Berechnung von U bedürfen. Aber leider erhalten wir dieselbe in der vollständigen Entwickelung von $\Pi\rho$ nicht isolirt; sondern, da die totale Combination $J = AB \dots C$ auf verschiedene Weisen in p primitive Combinationen von der Form A zerlegt werden kann, so wird in der Entwickelung des genannten Totalproductes $\Pi\rho$ die Combination

$$J = a_1^{\alpha_1} b_1^{\beta_1} \dots k_1^{\varkappa_1} \times a_2^{\alpha_2} b_2^{\beta_2} \dots k_2^{\varkappa_2} \times \dots \times a_m^{\alpha_m} b_m^{\beta_m} \dots k_m^{\varkappa_m}$$
$$[\alpha_1 + \beta_1 + \dots + \varkappa_1 = \alpha_2 + \beta_2 + \dots + \varkappa_2 = \dots = \alpha_m + \beta_m + \dots + \varkappa_m = p]$$

mit einem Aggregate verschiedener symmetrischer Functionen von der Form $\Sigma \overset{1}{P}\,\overset{2}{Q} \dots \overset{p}{R}$ multiplicirt erscheinen. Die vergleichende Entwickelung des Productes $u_1 u_2 \dots u_m$ wird uns daher keineswegs zur nöthigen Kenntniss der einzelnen symmetrischen Function $\Sigma \overset{1}{P}\overset{2}{Q} \dots \overset{p}{R}$ führen.

Versuchen wir diesem Uebelstande zu begegnen, indem wir in der Combination A die unteren Zeiger $1, 2, \dots m$ auf alle möglichen Arten vertauschen, so werden alle so erhaltenen Combinationen A mit der nämlichen zur ersten Gruppe gehörenden Wurzelcombination $\overset{1}{P}$ multiplicirt sein. Wir erhalten demnach $\Sigma A \times \overset{1}{P}$ als Glied des Specialproductes $\overset{1}{\rho}_1\overset{1}{\rho}_2 \dots \overset{1}{\rho}_m$, wo ΣA eine primitive symmetrische Function aller Coëfficientengruppen der m linearen Polynome ρ bezeichnet. Wenn nun $\Sigma B \times \overset{2}{Q}, \dots, \Sigma C \times \overset{p}{R}$ auch solche Glieder der übrigen Specialproducte $\overset{2}{\rho}_1\overset{2}{\rho}_2 \dots \overset{2}{\rho}_m, \dots, \overset{p}{\rho}_1\overset{p}{\rho}_2 \dots \overset{p}{\rho}_m$ bezeichnen, und wir nach geschehener Multiplication aller dieser p Glieder die oberen Zeiger permutiren, so werden wir

$$\Sigma A \,.\, \Sigma B \dots \Sigma C \times \Sigma \overset{1}{P}\overset{2}{Q} \dots \overset{p}{R}$$

als Glied des Totalproductes $\Pi\rho$ bekommen. Könnten wir dann auf eine sichere einzige Weise jede in der Entwickelung des Productes $u_1 u_2 \dots u_m$ vorkommende symmetrische Function ΣJ in ein Aggregat von Producten primitiver symmetrischer Functionen, wie ΣA, zerlegen, so wäre dann in der That die Aufgabe gelöst; ja wir könnten geradezu die primitiven symmetrischen Functionen der linearen Elemente durch die entsprechenden Coëfficienten des höheren Polynoms φ ersetzen, um sogleich das Product $u_1 u_2 \dots u_m$ in die gesuchte Resultante U überzuführen, ohne dass wir erst noch den Ausdruck für jede einzelne symmetrische Wurzelfunction $\Sigma \overset{1}{P}\overset{2}{Q} \dots \overset{p}{R}$ zu ermitteln brauchten.

Aber auf diesem Wege tritt uns die Unsicherheit jener Zerfällung von ΣJ hemmend entgegen, welche ihren Grund in der gegenseitigen Abhängigkeit der primitiven Functionen ΣA hat, und wir gestehen, dass wir hier einstweilen noch keinen Ausweg wissen.

§. 5. Bevor wir weiter gehen, fassen wir hier die Eigenschaften der Resultante, die unmittelbar aus dem Obigen folgen, kurz zusammen.

1. Die Resultante ist in Beziehung auf alle Elemente einer und derselben ursprünglichen Gleichung homogen und von einem Grade, welcher gleich ist dem Product der Grade aller übrigen Gleichungen.

2. Die Summe der gleichnamigen Zeiger aller Elemente, aus denen irgend ein Glied der Resultante zusammengesetzt ist, ist immer gleich dem Producte der

Grade aller Gleichungen des Systemes, auf welche Variable sich diese Zeiger auch beziehen mögen.

Denn, wenn man im gegebenen Systeme αx an die Stelle von x setzt, so erscheinen alle früheren Elemente jetzt mit einer Potenz von α multiplicirt, deren Exponent ihrem auf x bezüglichen Zeiger gleich ist. Hierdurch darf aber die Form der Resultante u nicht geändert werden, sie wird nur eine Potenz von α zum Factor bekommen. Für die übrigen Variabeln gilt das Gleiche. Der Exponent dieser Potenz wird daher bleiben, wenn wir resp. βy, γz etc. an die Stelle von $y, z, \ldots$ setzen. Bezeichnen wir ihn mit p, so geht die Resultante u in $(\alpha\beta\gamma\ldots)^p\, u$ über. Setzen wir jetzt $\alpha = \beta = \gamma = \ldots$, so werden alle Elemente irgend einer ursprünglichen Gleichung eine ihrem Grade entsprechende Potenz von α zum Factor bekommen, und da der Grad der Resultante in Beziehung auf diese Elementenreihe gleich ist dem Producte der Grade aller übrigen Gleichungen, so bringt diese einzige Gleichung des Systemes eine Potenz von α, deren Exponent dem Producte der Grade sämmtlicher ursprünglichen Gleichungen gleich ist, als Factor von u mit sich. Der totale Factor ist also eine Potenz von α, deren Exponent gleich ist dem Producte der Anzahl aller Gleichungen mit dem Producte ihrer Grade. Folglich ist jener Exponent p gleich diesem Producte aller Grade.

3. Wenn in der Resultante nur die Elemente irgend einer ursprünglichen Gleichung litteral bleiben, alle übrigen aber numerisch angenommen werden, so kann die Resultante in lauter lineare Factoren zerlegt werden.

4. Bezeichnet U die Resultante eines Systemes, dessen erste Gleichung $\varphi = o$ zerfällbar ist, so dass $\varphi = f f' f'' \ldots$, und sind dann $V, V', V'', \ldots$ die Resultanten der Systeme, welche sich vom vorigen nur dadurch unterscheiden, dass sie statt $\varphi = o$ resp. $f = o$, $f' = o$, $f'' = o$, ... zur ersten Gleichung haben, so ist

$$U = V V' V'' \ldots .$$

Einen Beweis halte ich für überflüssig.

Bemerkung. Wenn auch nur zwei ursprüngliche Polynome einen gemeinschaftlichen Factor haben, so ist die Resultante mit Null identisch.

5. Es sei ein System von $n+1$ Gleichungen $\varphi = o$, $\varphi_1 = o, \ldots \varphi_n = o$ zwischen den $n+1$ Variabeln $x, y, z, \ldots$ gegeben, resp. von den Graden $m, m_1, m_2, \ldots m_n$. Im Polynom φ sei a der Coëfficient von x^m und $m_1 m_2 \ldots m_n = \mu$. Dann ist a^μ die höchste Potenz von a, welche in der Resultante u des Systemes vorkömmt. Das Aggregat aller durch a^μ theilbaren Glieder sei $a^\mu A$, so ist A die m^{te} Potenz der Resultante der Gleichungen $\varphi_1 = o$, $\varphi_2 = o, \ldots \varphi_n = o$, wenn darin $x = o$ gesetzt wird.

Der Beweis ist leicht zu führen. In den durch a^μ theilbaren Gliedern können ausserdem keine Elemente des Polynoms φ mehr vorkommen, weil μ der Grad ist, den u in Beziehung auf alle diese Elemente hat. Das Aggregat $a^\mu A$ ändert sich also nicht, wenn wir $\varphi = a x^m$ setzen. Vereinigt man aber die lineare Gleichung $x = o$ mit den Gleichungen $\varphi_1 = o$, $\varphi_2 = o, \ldots \varphi_n = o$ zu einem Systeme, dessen Resultante X heissen möge, so gilt die Gleichung $\varphi = o$ als eine $m$fache Wiederholung jener linearen Gleichung, und wenn sie dieselbe im Systeme ersetzt, so wird die Resultante $a^\mu X^m$. Folglich ist $A = X^m$.

6. Es sei ein Polynom $\varphi(x, y, z, \ldots)$ mit n Variabeln und vom m^{ten} Grade gegeben, U die Resultante der n abgeleiteten Gleichungen $\frac{d\varphi}{dx} = o$, $\frac{d\varphi}{dy} = o$, $\frac{d\varphi}{dz} = o$, etc.[1]). Dann wird U in Beziehung auf die Elemente einer jeden dieser Gleichungen vom $(m-1)^{n-1\,ten}$ Grade, also in Beziehung auf die Elemente des ursprünglichen Polynoms vom $n(m-1)^{n-1\,ten}$ Grade sein.

Werden die Zeiger der Elemente nach ihrer Stellung im Polynome φ bestimmt, so sind in $\frac{d\varphi}{dx}$ alle auf x bezüglichen Zeiger um 1 höher, als wenn sie nach ihrer Stellung in diesem abgeleiteten Polynome

[1]) Wir wollen diese künftig einfach die Resultante des Polynoms φ heissen.

bestimmt wären u. s. f. Da nun U nach der im allgemeinen Falle gültigen Schätzung in Beziehung auf die Coëfficienten von $\frac{d\varphi}{dx}$ vom $(m-1)^{n-1\text{ten}}$ Grade ist, so hat man noch eben so viele Einheiten der Zahl $(m-1)^n$ beizufügen, welche nach jener allgemeinen Schätzung die Summe der auf x bezüglichen Zeiger in U ausmachen würde. Also ist in jedem Gliede der Resultante U die Summe der gleichnamigen Zeiger $m(m-1)^n$.

§. 6. Die nach den Elementen einer und derselben ursprünglichen Gleichung genommenen Differential-Coëfficienten der Resultante sind mit den entsprechenden Combinationen der Variabeln proportional.

Beweis. Bezeichnet u die Resultante und variirt man bloss zwei in derselben ursprünglichen Gleichung vorkommende Elemente a und b, so dass die Endgleichung $u=o$ erfüllt bleibt, so wird

$$\frac{du}{da}da+\frac{du}{db}db=o$$

sein. Durch alle übrigen Gleichungen sind aber die Verhältnisse der Variabeln schon in Functionen der Elemente dieser Gleichungen bestimmt und müssen daher gleichzeitig mit diesen als constant gedacht werden. Wenn nun p, q die mit den Coëfficienten a, b behafteten Variabeln-Combinationen bezeichnen, so dass $ap+bq$ zwei Glieder der linken Seite der isolirten ursprünglichen Gleichung sind, so folgt nothwendig

$$p\,da+q\,db=o$$

und hieraus

$$p:q=\frac{du}{da}:\frac{du}{db}.$$

Die Richtigkeit des ausgesprochenen Satzes ist somit bewiesen.

Wir können uns auch so davon überzeugen. Wenn $\varphi(x, y, \ldots)=o$ die betrachtete ursprüngliche Gleichung ist, und $\varphi(1), \varphi(2), \ldots \varphi(\mu)$ resp. die Werthe bezeichnen, welche ihr Polynom annimmt, wenn darin für $x, y, \ldots$ die Wurzelgruppen des Systemes aller übrigen Gleichungen, $x_1, y_1, \ldots$; $x_2, y_2, \ldots$; $\ldots$; $x_\mu, y_\mu, \ldots$ substituirt werden, so ist

$$u=\varphi(1)\times Q,$$

wo $Q=\varphi(2)\times\varphi(3)\times\ldots\times\varphi(\mu)$ gesetzt wurde. Ist es nun der erste Factor, welcher das Verschwinden von u bewirkt, so dass die Elemente des Polynoms φ der in Beziehung auf dieselben linearen Gleichung $\varphi(1)=o$ genügen, und bezeichnet δ die vollständige Differentiation in Beziehung auf alle diese Elemente, so ist offenbar

$$\delta u=Q\times\delta\varphi(1)=Q\times(p\delta a+q\delta b+\text{etc.}),$$

eine Gleichung, die uns den ausgesprochenen Satz unmittelbar vergegenwärtigt.

Bemerkung Gehören zu einer und derselben Lösung der Gleichung $u=o$ zwei verschiedene Systeme von Werthen der Verhältnisse der Variabeln $x, y, \ldots$, so dürfen diese nicht durch die Differential-Coëfficienten von u bestimmt sein; also müssen alle diese Differential-Coëfficienten verschwinden. Ein solcher Fall kann unter anderm eintreten, wenn u einen potenzirten Factor hat, und dieser verschwindet.

Wenn alle abgeleiteten Functionen eines ursprünglichen Polynoms verschwinden, so sind die nach seinen Elementen genommenen Differential-Coëfficienten seiner Resultante proportional mit den Variabeln-Combinationen, welche mit den betreffenden Elementen multiplicirt sind.

Wenn nämlich die abgeleiteten Polynome $\frac{d\varphi}{dx}, \frac{d\varphi}{dy}, \ldots$ verschwinden, so verschwindet auch das ursprüngliche Polynom φ. Differentiirt man dasselbe nach den Elementen a, b, wenn wiederum wie oben $ap+bq$ zwei seiner Glieder bezeichnen, und beachtet, dass die abgeleiteten Polynome verschwinden, so

ergibt sich $pda + qdb = o$, obgleich sämmtliche Variabeln als Functionen von a, b anzusehen sind. Ist u die Resultante, so folgt wieder wie oben

$$p : q = \frac{du}{da} : \frac{du}{db}.$$

Ist das ursprüngliche Polynom, mit mehr als zwei Variabeln, theilbar, so ist seine Resultante mit Null identisch.

Es sei z. B. $\varphi = ff'$, so wird das System der abgeleiteten Gleichungen

$$f'\frac{df}{dx} + f\frac{df'}{dx} = o, f'\frac{df}{dy} + f\frac{df'}{dy} = o, \text{ etc.}$$

auch durch die Annahme $f = o$, $f' = o$ befriedigt. Da dies nicht hinreicht, um eine Relation zwischen den Elementen zu liefern, so muss die Resultante identisch verschwinden.

Sind nur zwei Variabeln, das Polynom also begreiflich immer theilbar, so seien U, u, u' resp. die Resultanten der Polynome φ, f, f' und V diejenige der Gleichungen $f = o$, $f' = o$, so ist

$$U = V^2 uu'.$$

Wenn ein ursprüngliches Polynom als Aggregat von Producten mehrerer anderer Polynome (kein Theil des Aggregats darf einfach sein), deren Zahl geringer ist als diejenige der Variabeln, dargestellt werden kann, so verschwindet seine Resultante identisch.

Es sei ein homogenes Polynom $\varphi(x, y, z, \ldots) = \Phi(f, f', f'', \ldots)$, wo Φ nur eine ganze Function, die nicht homogen zu sein braucht, aber kein lineares Glied enthalten darf, $f, f', f'', \ldots$ beliebige homogene Polynome der Variabeln $x, y, \ldots$ bezeichnen, deren Anzahl geringer ist als diejenige dieser ursprünglichen Variabeln, so ist

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{d\Phi}{df}\frac{df}{dx} + \frac{d\Phi}{df'}\frac{df'}{dx} + \ldots, \quad \frac{d\varphi}{dy} = \frac{d\Phi}{df}\frac{df}{dy} + \frac{d\Phi}{df'}\frac{df'}{dy} + \ldots, \text{ etc.}$$

Das System der Gleichungen $\frac{d\varphi}{dx} = o$, etc. wird durch die Annahme $\frac{d\Phi}{df} = o$, $\frac{d\Phi}{df'} = o$, etc. befriedigt. Da aber diese letzteren Gleichungen nicht hinreichen, um die Verhältnisse der Variabeln daraus zu eliminiren, so muss die Resultante von φ verschwinden.

§. 7. Ist u die Resultante eines Systemes, dessen erste (vollständige) Gleichung nicht niedriger ist als die zweite, und denkt man sich diese mit irgend einer Variabeln-Combination multiplicirt, welche sie auf den gleichen Grad mit der ersten erhebt; differentiirt man ferner die Resultante u nach allen Elementen ersten Ranges und ersetzt ihre Differentiale durch die vermöge jener Multiplication homolog gewordenen Elemente zweiten Ranges, so ist das Ergebniss dieser ableitenden Operation mit Null identisch.

Es sei D die genannte Operation, $\varphi = o$, $\varphi_1 = o$ die erste und zweite Gleichung des Systemes, t die Variabeln-Combination, durch welche $t\varphi_1$ von gleichem Grade mit φ wird. Dann sind, wenn das System erfüllt ist, die Differential-Coëfficienten von u mit den entsprechenden Variabeln-Combinationen in φ proportional; folglich Du proportional mit $t\varphi_1$. Da nun $\varphi_1 = o$ ist, so muss Du immer gleichzeitig mit u verschwinden. Weil aber u untheilbar und Du in Beziehung auf die Elemente ersten Ranges um einen Grad niedriger ist als u, so kann, wenn jetzt wieder alle Elemente des Systemes unter sich unabhängig gedacht werden, Du nicht durch u theilbar sein. Folglich muss Du identisch verschwinden.

Besteht das System aus linearen Gleichungen $ax + by + \ldots = o$, $a'x + b'y + \ldots = o$ etc., so kömmt das Gesagte auf folgenden bekannten Satz in der Theorie der Determinanten zurück:

$$\text{Wenn}\ \Delta = \left\{\begin{matrix} a\,.\,b\,.\,c\,.\,.\,.\,. \\ a'\,.\,b'\,.\,c'\,.\,.\,.\,. \\ a''\,.\,b''\,.\,c''\,.\,.\,.\,. \\ .\,.\,.\,.\,.\,.\,. \end{matrix}\right\},\ \text{so ist}\ a'\frac{d\Delta}{da} + b'\frac{d\Delta}{db} + c'\frac{d\Delta}{dc} + \ldots = o.$$

§. 8. **Sind die n Variabeln $x, y, z, \ldots$ eines Systemes selbst wiederum sämmtlich homogene Functionen μ^{ten} Grades der n neuen Variabeln $\xi, \upsilon, \zeta, \ldots$, und bezeichnet Φ die Resultante dieser n Functionen,** so dass $\Phi = o$ durch Elimination der $n - 1$ Verhältnisse $\xi : \upsilon : \zeta : \ldots$ aus den Gleichungen $x = o$, $y = o$, $z = o$ etc. hervorgeht, **bezeichnet ferner U die Resultante des ursprünglichen Systemes in $x, y, z, \ldots$, und endlich Ω die Resultante des transformirten Systemes in $\xi, \upsilon, \zeta, \ldots$, so ist**

$$\Omega = \Phi^p\, U^{\mu^{n-1}},$$

wo p das Product der Grade aller Gleichungen des ursprünglichen Systemes bezeichnet.

Beweis. Die Resultante Φ des Systemes der Substitutionen ist in Beziehung auf seine Elemente vom Grade $n\mu^{n-1}$. Wenn m_1 den Grad der ersten Gleichung des ursprünglichen Systemes bezeichnet, so ist diese Gleichung, transformirt, in Beziehung auf die neuen Variabeln, auf die Elemente des ursprünglichen Systemes und auf diejenigen der Substitutionen resp. von den Graden $m_1\mu$, 1, m_1. Daher ist, wenn man nur diese Gleichungen berücksichtigt, die Resultante Ω des transformirten Systemes in den beiden letzten Beziehungen resp. von den Graden $\frac{p}{m_1}\mu^{n-1}$ und $p\mu^{n-1}$. Folglich ist Ω in Beziehung auf die Elemente der einzelnen Gleichungen des ursprünglichen Systemes resp. von den Graden $\frac{p}{m_1}\mu^{n-1}$, $\frac{p}{m_2}\mu^{n-1}$, $\ldots$ $\frac{p}{m_n}\mu^{n-1}$, also von einem μ^{n-1}mal höhern Grade als U, und in Beziehung auf diejenigen der Substitutionen vom Grade $np\mu^{n-1}$, also von p mal höherm Grade als Φ. Nun sind aber bloss zwei Bedingungs-Gleichungen denkbar, unter denen das transformirte System erfüllt sein kann. Entweder nämlich verschwinden nicht sämmtliche ursprüngliche Variabeln $x, y, z, \ldots$, und dann muss $U = o$ sein; oder aber alle diese ursprünglichen Variabeln verschwinden, und dann muss $\Phi = o$ sein. Daher kann Ω keine anderen Factoren als U und Φ haben. Berücksichtigt man aber die oben ermittelten Gradesverschiedenheiten, so folgt nothwendig

$$\Omega = \Phi^p\, U^{\mu^{n-1}}.$$

Sind die Substitutionen linear: $x = \lambda\xi + \mu v + \ldots$, $y = \lambda'\xi + \mu' v \ldots$, etc. so geht Φ in die Determinante $\Delta = \Sigma \pm \lambda\mu'\nu'' \ldots$ über, und wir bekommen $\Omega = \Delta^p\, U$.

Sind dagegen die Gleichungen des ursprünglichen Systemes linear: $\lambda x + \mu y + \nu z + \ldots = o$, $\lambda' x + \mu' y + \ldots = o$, etc., so geht U in Δ über, und wir bekommen

$$\Omega = \Delta^{\mu^{n-1}}\,\Phi.$$

Es gelten also folgende zwei speciellen Sätze:

1. **Wenn sämmtliche Variabeln durch lineare und homogene Substitutionen transformirt werden, so ist die Resultante des neuen Systemes gleich dem Producte der Resultante des ursprünglichen Systemes mit einer Potenz der Determinante der Substitutions-Coëfficienten, deren Exponent gleich ist dem Producte der Grade aller Gleichungen des Systemes.**

2. Es seien n homogene Gleichungen m^{ten} Grades mit n Variabeln gegeben, und U sei ihre Resultante. Man multiplicire jede Gleichung mit einem beliebigen Factor und addire dann alle zusammen. Man wiederhole dies mehrere Male mit immer andern Reihen von je n Factoren, bis endlich n neue Gleichungen durch Addition entstanden sind. Ihre Resultante sei U' und die Determinante der gebrauchten Factoren sei Δ. Dann ist

$$U' = \Delta^{m^{n-1}}\, U.$$

Sind alle Functionen linear, so bekommen wir einen bekannten Satz aus der Determinantentheorie, der schon in §. 1 angeführt wurde.

§. 9. Es sei $f(x, y, z, \ldots)$ ein homogenes Polynom m^{ten} Grades mit n Variabeln, U die Resultante der n abgeleiteten Gleichungen $\frac{df}{dx} = o$, etc. Man transformire das ursprüngliche Polynom mittelst linearer Substitutionen $x = \lambda x' + \mu y' + \ldots$, $y = \lambda' x' + \mu' y' + \ldots$, etc., Δ sei die Determinante ihrer Coëfficienten λ, μ, etc. Endlich sei U' die Resultante der abgeleiteten Gleichungen des transformirten Polynoms $\frac{df}{dx'} = o$, $\frac{df}{dy'} = o, \ldots$. Dann ist

$$U' = \Delta^{m(m-1)^{n-1}} U.$$

Beweis. Da die Gleichungen $\frac{df}{dx} = o$, $\frac{df}{dy} = o, \ldots$ alle vom $(m-1)^{\text{ten}}$ Grade sind, so ist nach geschehener Transformation der Variabeln ihre Resultante $\Delta^{(m-1)^n} U$. Es ist nun $\frac{df}{dx'} = \lambda \frac{df}{dx} + \lambda' \frac{df}{dy} + \lambda'' \frac{df}{dz} + \ldots$, etc., folglich die Resultante des Systemes der in Beziehung auf die neuen Variabeln abgeleiteten Gleichungen

$$U' = \Delta^{(m-1)^{n-1}} \times \Delta^{(m-1)^n} U = \Delta^{m(m-1)^{n-1}} U.$$

Der Beweis kann übrigens auch so wie in §. 8 geführt werden. Denn das System der aus dem transformirten Polynom abgeleiteten Gleichungen kann nicht anders bestehen, als entweder, indem das ursprüngliche System, ohne dass die ursprünglichen Variabeln verschwinden, besteht, also $U = o$ ist, oder, indem die linearen Substitutionen für $x, y, z, \ldots$ verschwinden, was $\Delta = o$ zur Folge hat. Nun sind die Gleichungen des zweiten Systemes in Beziehung auf $\lambda, \mu, \ldots$ vom m^{ten}, folglich die Resultante U' vom $nm(m-1)^{n-1\text{ten}}$ Grade; sie hat also den Factor $\Delta^{m(m-1)^{n-1}}$ bekommen.

§. 10. **Wird die Resultante eines Systemes algebraischer Gleichungen vollständig differentiirt und das Differential jedes Elementes durch ein Element gleichen Ranges ersetzt, in welchem die auf irgend zwei bestimmte Variabeln bezüglichen Zeiger um 1 vermindert und um 1 vermehrt sind, und welchem überdies der letztere um 1 vermehrte Zeiger als Factor vorgesetzt ist, so ist das so abgeleitete Polynom mit Null identisch.**

Beweis. Das System sei $f_i(x, y, z, \ldots) = o$ $[i = 1, 2, 3, \ldots n]$, seine Resultante U. Man transformire mittelst der linearen Substitutionen $x = \lambda x' + \mu y' + \nu z' + \ldots$, $y = \lambda' x' + \mu' y' + \ldots$, etc., die Determinante der Substitutions-Coëfficienten sei Δ. Irgend ein Glied der transformirten Gleichung sei, indem man das Element nach Rang und Zeigern bezeichnet, $\{\alpha, \beta, \gamma, \ldots\}_i \, x'^{\alpha} y'^{\beta} z'^{\gamma} \ldots$ $[\alpha + \beta + \gamma + \ldots = m_i]$. Der Coëfficient der höchsten Potenz von x ist $\{m_i, o, o, \ldots\}_i = f_i(\lambda, \lambda', \lambda'', \ldots)$. Aus diesem können alle übrigen mittelst der Taylor'schen Formel abgeleitet werden. Führt man nämlich die Ableitungszeichen $M = \mu \frac{d}{d\lambda} + \mu' \frac{d}{d\lambda'} + \ldots$, $N = \nu \frac{d}{d\lambda} + \nu' \frac{d}{d\lambda'} +$ etc., etc. ein, so ist z. B.

$$\{\alpha, \beta, \gamma, \ldots\}_i = \frac{M^{\beta} N^{\gamma} \ldots}{1.2\ldots\beta \times 1.2\ldots\gamma \times \ldots} f_i(\lambda, \lambda', \lambda'', \ldots).$$

Vergleicht man die ähnliche Formel für $\{\alpha - 1, \beta + 1, \gamma, \ldots\}_i$, so sieht man, dass

$$M \{\alpha, \beta, \gamma, \ldots\}_i = (\beta + 1) . \{\alpha - 1, \beta + 1, \gamma, \ldots\}_i$$

ist. Da ferner $M\Delta = o$ ist, so erhellt sogleich, dass das Ergebniss der auf die Resultante $\Delta^p U = U'$ des transformirten Systemes ausgeübten Operation M mit Null identisch ist. D. h. es ist

$$\Sigma_{i=1}^{i=n} \Sigma (\beta + 1) . \{\alpha - 1, \beta + 1, \gamma, \ldots\}_i \frac{dU'}{d[\alpha, \beta, \gamma, \ldots]_i} = o.$$

Da diese identische Gleichung keine Spur mehr von der Art der Entstehung der Elemente des transformirten Systemes an sich trägt, so gilt sie auch für das ursprüngliche System.

Besteht das System aus den linearen Gleichungen

$$a\,x + b\,y + c\,z + \ldots = o,$$
$$a'\,x + b'y + c'z + \ldots = o,$$
$$a''x + b''y + c''z + \ldots = o,$$
$$\text{etc.}$$

und ist Δ die Determinante seiner Elemente, so kommt der so eben bewiesene Satz auf

$$b\frac{d\Delta}{d\,a} + b'\frac{d\Delta}{d\,a'} + b''\frac{d\Delta}{da''} + \text{etc.} = o$$

zurück.

Wird $p = m_1 m_2 \ldots m_n$ gesetzt, so ist

$$\Sigma_{i=1}^{i=n} \Sigma\, \alpha\, \{\alpha, \beta, \gamma, \ldots\}_i \frac{d\,U}{d\,[\alpha, \beta, \ldots]_i} = p\,U.$$

Diese Gleichung erhellt, wenn man ein einzelnes Glied der Resultante U betrachtet, aus dem Satz, dass die Summe der auf x bezüglichen Zeiger gleich p ist.

§. 11. Hat man die Resultante der abgeleiteten Gleichungen eines ursprünglichen Polynoms darzustellen, so ist es passend, seine Coëfficienten aus einem litteralen Element und einem numerischen Factor, gleich der Permutationszahl der entsprechenden Variabeln-Combination, zusammen zu setzen. Das Analogon des vorigen Satzes lautet dann so:

Wird die Resultante vollständig differentiirt und das Differential eines jeden Elementes ersetzt durch das Product seines auf eine erste Variable bezüglichen Zeigers mit einem anderen Elemente, worin dieser Zeiger um 1 vermindert und der auf eine zweite Variable bezügliche Zeiger um 1 vermehrt ist, so ist das Ergebniss dieser ableitenden Operation mit Null identisch.

Beweis. Ein ursprüngliches Polynom m^{ten} Grades mit n Variabeln, $f(x, y, z, \ldots)$, gehe durch die linearen Substitutionen $x = \lambda x' + \mu y' \ldots,\ y = \lambda' x' + \ldots$, etc. in

$$\Sigma \frac{1.2.3.4\ldots\ldots m}{1.2\ldots\alpha \times 1.2\ldots\beta \times 1.2\ldots\gamma \times \ldots} \{\alpha, \beta, \gamma, \ldots\}\, x'^{\alpha}\, y'^{\beta}\, z'^{\gamma} \ldots$$

über, so ist, wenn M, N, . . . dieselben Operationen wie oben bedeuten,

$$\{\alpha, \beta, \gamma, \ldots\} = \frac{1.2\ldots\alpha}{1.2\ldots m} M^{\beta} N^{\gamma} \ldots f(\lambda, \lambda', \lambda'', \ldots),$$

also

$$M\{\alpha, \beta, \gamma, \ldots\} = \alpha . \{\alpha - 1, \beta + 1, \gamma, \ldots\}.$$

Sind jetzt U, U' resp. die Resultanten des ursprünglichen und des transformirten Polynoms, so ist

$$U' = \Delta^{m\,(m-1)^{n-1}}\, U,$$

also $M\,U' = o$, woraus sich die Richtigkeit des ausgesprochenen Satzes ergibt.

§. 12. Es sei u die Resultante des Systemes von n Gleichungen

$$f(x, y, \ldots) + h\,(p\,x + q\,y + \ldots)^m = o,$$
$$f'(x, y, \ldots) + h'(p\,x + q\,y + \ldots)^{m'} = o,$$
$$\text{etc.},$$

wo $f, f', \ldots$ vollständige homogene Polynome m^{ten}, $m'^{\text{ten}}, \ldots$ Grades der n Variabeln $x, y, \ldots$ und $h, h', \ldots, p, q, \ldots$ beliebige Constanten bezeichnen. Man verlangt den höchsten Grad zu kennen, den u in Beziehung auf alle n Factoren $h, h', h'', \ldots$ erreicht. Das System kann durch Folgendes ersetzt werden, welches eine Variable w und eine lineare Gleichung mehr enthält:

$$
\begin{aligned}
px + qy + \ldots - sw &= o,\\
f(x, y, \ldots) + hs^m w^m &= o,\\
f'(x, y, \ldots) + h's^{m'} w^{m'} &= o,\\
&\text{etc.}
\end{aligned}
$$

Wird das Product $m m' m'' \ldots = \pi$ gesetzt, so bleibt der Grad der Resultante in Beziehung auf die Coëfficienten des Polynoms f und auf hs^m wie vorher, nämlich $\frac{\pi}{m}$, und die Summe der auf w bezüglichen Zeiger wird π sein. In irgend einem Gliede der Resultante seien $\lambda, \alpha, \alpha', \ldots$ resp. die Exponenten der Elemente $-s, hs^m, h's^{m'}, \ldots$, deren auf w bezügliche Zeiger offenbar $1, m, m', \ldots$ sind. Dann ist

$$\lambda + \alpha m + \alpha' m' + \ldots = \pi.$$

Es sei keiner der übrigen Grade niedriger als m, so ist

$$(\alpha + \alpha' + \alpha'' + \ldots)\, m \overline{\lessdot}\, \pi - \lambda,$$

also:

$$\alpha + \alpha' + \alpha'' + \ldots \overline{\lessdot}\, \frac{\pi}{m}.$$

Also ist, wenn wir wiederum das erste System betrachten, der Grad seiner Resultante u, in Beziehung auf alle Factoren $h, h', \ldots$ zusammen, höchstens gleich dem Grade, den u in Beziehung auf die Elemente der niedrigsten Gleichung des Systemes erreicht. Ist m kleiner als alle übrigen Grade, so kann für das höchste Glied nur $\lambda = \alpha' = \alpha'' = \ldots = o$, $\alpha = \frac{\pi}{m}$ sein. Das höchste Glied ist also dasjenige mit $h^{\pi : m}$, und die mit dieser Potenz multiplicirte Function der übrigen Elemente ist die m^{te} Potenz der Resultante des Systemes der n Gleichungen

$$
\begin{aligned}
px + qy + \ldots &= o,\\
f(x, y, \ldots) &= o,\\
f'(x, y, \ldots) &= o,\\
&\text{etc.}
\end{aligned}
$$

§. 13. Es sei u die Resultante eines ursprünglichen Systemes von n Gleichungen zwischen den n Variabeln $x, y, z, \ldots$; ihre Grade seien resp. $m, m', m'', \ldots$ Man bilde eine Anzahl ν von beliebigen Variabeln-Combinationen $p, q, \ldots$ desselben Grades λ, und denke sich ein secundäres System von ν Gleichungen mit den ν Variabeln $\xi, \upsilon, \zeta, \ldots$ und von den Graden $\mu, \mu', \mu'', \ldots$, wo die Coëfficienten erst noch zu bestimmen sind. In diesen vollständig gedachten Gleichungen setze man für einen Augenblick $p, q, \ldots$ resp. an die Stelle von $\xi, \upsilon, \ldots$, so wird man ν Reihen neuer Variabeln-Combinationen erhalten, welche resp. von den Graden $\lambda\mu, \lambda\mu', \lambda\mu'', \ldots$ sind. Keiner dieser Grade darf den höchsten der Grade $m, m', m'', \ldots$ des ursprünglichen Systemes übertreffen. Man multiplicire nun die ν Reihen resp. mit beliebigen Combinationen $t, t', t'', \ldots$ der Variabeln $x, y, \ldots$, um sie mit Gleichungen des ursprünglichen Systemes, deren Rangzahlen $\alpha, \alpha', \alpha'', \ldots$ sein mögen, auf denselben Grad zu erheben. Wiederholungen derselben Rangzahl, und die Einheit (Nullgrad) unter den Combinationen $t, t', \ldots$ sind nicht ausgeschlossen. Man nehme dann die Differential-Coëfficienten von u nach denjenigen Elementen des ursprünglichen Systemes, welche in Bezug auf Rang und Zeiger den ν zuletzt erhaltenen Reihen von Variabeln-Combinationen entsprechen, und setze sie als Coëfficienten der Combinationen von $\xi, \upsilon, \zeta, \ldots$, multiplicirt mit den Permutationszahlen dieser letzteren, ins secundäre System hinein. Nach geschehener Elimination der $\nu - 1$ Verhältnisse $\xi : \upsilon : \zeta : \ldots$ habe man U als Resultante dieses zweiten Systemes gefunden. Wenn nun μ der niedrigste Grad seiner Gleichungen, $\pi = \mu\mu'\mu'' \ldots$ das Product aller Grade,

und $\sigma = \frac{\pi}{\mu} + \frac{\pi}{\mu'} + \frac{\pi}{\mu''} + \ldots$ der Grad der Resultante U in Bezug auf alle Coëfficienten des secundären Systemes ist, so behaupte ich,

dass U durch $u^{\sigma - \frac{\pi}{\mu}}$ theilbar sei.

Denn, wäre das ursprüngliche System erfüllt, so wären die Differential-Coëfficienten von u mit den entsprechenden Variabeln-Combinationen proportional, und die Gleichungen des secundären Systemes erhielten die Gestalt

$$t(p\xi + q\upsilon + \ldots)^{\mu} = o, \; t'(p\xi + q\upsilon + \ldots)^{\mu'} = o, \text{ etc.},$$

wären also erfüllt, sobald nur die einzige Gleichung $p\xi + q\upsilon + \ldots = o$ erfüllt ist. Die Resultante U würde daher schon von selbst verschwinden. Dadurch ist eine Potenz von u als Theiler von U angezeigt. Um nun den Exponenten dieser Potenz von u zu finden, denken wir uns sämmtliche Grössen des ursprünglichen Systemes um verschwindende Incremente erster Ordnung von den das System befriedigenden Werthen verschieden, so dass auch u zu einer Grösse erster Ordnung wird. Dann werden auch die Differential-Coëfficienten von u nur um Grössen erster Ordnung von der Proportionalität mit jenen Varibeln-Combinationen abweichen; und das secundäre System wird sein

$$t(p\xi + q\upsilon + \ldots)^{\mu} + \varphi(\xi, \upsilon, \ldots) = o,$$
$$t'(p\xi + q\upsilon + \ldots)^{\mu'} + \varphi'(\xi, \upsilon, \ldots) = o,$$
$$\text{etc.},$$

wo φ, φ', ... Polynome vom μ^{ten}, μ'^{ten}, ... Grade bezeichnen, deren Coëfficienten verschwindende Grössen erster Ordnung sind. Wenn nun μ nicht grösser als irgend einer der übrigen Grade μ', μ'', ... und $\pi = \mu\mu'\mu'' \ldots$ ist, so ist nach §. 12 die grösste Dimension, welche die Resultante U in Beziehung auf die endlichen Grössen $t, t', \ldots$ haben kann, $\frac{\pi}{\mu}$. Da aber U in Beziehung auf alle Coëfficienten des Systemes zusammen vom Grade $\sigma = \frac{\pi}{\mu} + \frac{\pi}{\mu'} + \ldots$ ist, so folgt, dass U in Beziehung auf die verschwindenden Grössen erster Ordnung vom Grade $\sigma - \frac{\pi}{\mu}$ sein muss, d. h. U ist von derselben Ordnung mit

$$u^{\sigma - \frac{\pi}{\mu}},$$

woraus sofort — wegen der Untheilbarkeit von u — die Richtigkeit unserer Behauptung erhellt. — Noch höhere Theilbarkeit oder identisches Verschwinden von U sind natürlich nicht ausgeschlossen. Wir wollen Fälle, wo das letztere geschieht, noch näher bezeichnen. Es sei $\frac{p}{m}$ der Grad von u in Beziehung auf die ursprünglichen Elemente ersten Ranges, $\mu_{,}$, $\mu_{,,}$, ... die Grade derjenigen Gleichungen des secundären Systemes, in denen Differential-Coëfficienten von u jenes ersten Ranges als Elemente auftreten, $\rho = \frac{\pi}{\mu_{,}} + \frac{\pi}{\mu_{,,}} + \ldots$ der Grad von U in Beziehung auf sämmtliche Differential-Coëfficienten ersten Ranges, endlich μ der Grad der niedrigsten Gleichung des secundären Systemes, so ist $\frac{p}{m}\frac{\pi}{\mu} - \rho$ der Grad des Quotienten $U : u^{\sigma - \pi : \mu}$ in Beziehung auf die ursprünglichen Elemente ersten Ranges. Dasselbe seien die Unterschiede $\frac{p}{m'}\frac{\pi}{\mu} - \rho'$, $\frac{p}{m''}\frac{\pi}{\mu} - \rho''$, ... in Beziehung auf den zweiten, dritten, ... Rang. Wird nun einer dieser Unterschiede negativ, so muss U identisch verschwinden. Ist sogar die Summe aller dieser Unterschiede $s\frac{\pi}{\mu} - \sigma$ negativ, so muss a fortiori U verschwinden, (s bezeichnet den Grad der Resultante u in Beziehung auf ihre sämmtlichen Elemente); noch mehr, wenn $\nu > s$.

Besteht das ursprüngliche System aus lauter linearen Gleichungen, so muss im secundären Systeme $\lambda = \mu = \mu' = \ldots = 1$ sein. Dann ist $\sigma = \nu$ und daher U durch $u^{\nu - 1}$ theilbar. Der Quotient der Division ist uns aus der Determinantentheorie bekannt. Werden nämlich im Schema einer Determinante Δ vom n^{ten} Grade ν beliebige Verticalzeilen mit $\xi, \upsilon, \ldots$ und ebenfalls ν Horizontalzeilen mit den Rangzahlen $\alpha, \alpha', \alpha'', \ldots$ (Wiederholungen derselben Rangzahl seien jetzt ausgeschlossen) bezeichnet, und in die Kreuzungspunkte beider Arten von bezeichneten Zeilen die betreffenden reciproken Elemente gesetzt, so

ist ihre Determinante gleich dem Producte von $\Delta^{\nu-1}$ mit der Determinante der im Schema nach Streichung aller bezeichneten Zeilen übrig bleibenden ursprünglichen Elemente.

Werden das ursprüngliche System und seine Resultante u durch ein einziges ursprüngliches Polynom f und die Resultante seiner abgeleiteten Gleichungen $\frac{df}{dx} = o$, etc. ersetzt, so gilt der obige allgemeine Satz auch hier für die Resultante U eines secundären Systemes, worin die Differential-Coëfficienten von u, mit Permutationszahlen multiplicirt, als Elemente erscheinen. Man kann auch das secundäre System durch ein einziges Polynom und seine abgeleiteten Gleichungen ersetzen. Da der Beweis mit dem vorigen zusammenfällt, so brauchen wir hierbei nicht zu verweilen.

Wir behandeln in den folgenden §§. zunächst einen Fall, wo wir den Quotienten angeben können, nämlich den, wo die Rangzahlen α, α', α'', . . . alle gleich und die Gleichungen des secundären Systemes sämmtlich linear sind, dann solche specielle Fälle, wo eine höhere Theilbarkeit namentlich durch $u^{\sigma-1}$ stattfindet, und zeigen endlich an anderen Fällen durch directe Rechnung, dass wir im Allgemeinen keine höhere Theilbarkeit erwarten dürfen.

§. 14. Es seien $\nu\nu$ äquidistante Differential-Coëfficienten der Resultante u, sämmtlich von gleichem Range, in ein Quadrat geordnet, so ist ihre Determinante durch $u^{\nu-1}$ theilbar. Sie wird mit Null identisch, wenn ν den Grad von u in Beziehung auf die ursprünglichen Elemente jenes Ranges übersteigt.

Wenn die Coëfficienten der ursprünglichen Gleichung $f(x, y, \ldots) = o$ jenes genannten Ranges bloss durch ihre Zeiger bezeichnet werden, so möge der Differential-Coëfficient

$$\frac{du}{d\{\alpha+\eta, \beta+\theta, \gamma+\varkappa, \ldots\}},$$

wo $\alpha+\eta+\beta+\theta+\gamma+\varkappa+\ldots = m$ sein muss, zuerst durch Variation der Gruppe $\alpha, \beta, \gamma, \ldots.$ eine Reihe von ν Gliedern liefern; dann mögen durch Variation der Gruppe $\eta, \theta, \varkappa, \ldots$ eine Anzahl ν solcher Reihen entstehen. Die Determinante der so erhaltenen $\nu\nu$ äquidistanten Differential-Coëfficienten heisse Ω. Das Product der Grade aller übrigen Gleichungen des Systemes sei μ, und $x_1 : y_1 : \ldots$; $x_2 : y_2 : \ldots$; $\ldots . x_\mu : y_\mu : \ldots$ die Wurzelgruppen derselben, $f(1)$, $f(2)$, $\ldots f(\mu)$ die diesen Wurzelgruppen entsprechenden Werthe des Polynoms $f(x, y, \ldots)$. Dann ist

$$u = f(1) . f(2) . \ldots f(\mu),$$

und

$$\frac{du}{d\{\alpha+\eta, \beta+\theta, \ldots\}} = u\left\{\frac{x_1^\eta y_1^\theta \ldots}{f(1)} x_1^\alpha y_1^\beta \ldots + \frac{x_2^\eta y_2^\theta \ldots}{f(2)} x_2^\alpha y_2^\beta \ldots + \ldots\ldots\right\}$$

$$= u\{p_1 X_1 + p_2 X_2 + \ldots + p_\mu X_\mu\},$$

wo

$$p = \frac{x^\eta y^\theta z^\varkappa \ldots}{f(x, y, \ldots)}, \quad X = x^\alpha y^\beta z^\gamma \ldots$$

gesetzt wurde. Wenn nun die Gruppe $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ variirt, so möge X in $Y, Z, \ldots$, und wenn $\eta, \theta, \varkappa, \ldots$ variiren, so möge p in $q, r, \ldots$ übergehen. Nehmen wir der kürzeren Darstellung wegen $\nu = 3$ an, so wird

$$\Omega = u^3 . \begin{vmatrix} \Sigma pX . \Sigma pY . \Sigma pZ \\ \Sigma qX . \Sigma qY . \Sigma qZ \\ \Sigma rX . \Sigma rY . \Sigma rZ \end{vmatrix} = u^3 . \left\| \begin{matrix} p_1 . q_1 . r_1 \\ p_2 . q_2 . r_2 \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ p_\mu . q_\mu . r_\mu \end{matrix} \middle| \begin{matrix} X_1 . Y_1 . Z_1 \\ X_2 . Y_2 . Z_2 \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ X_\mu . Y_\mu . Z_\mu \end{matrix} \right\|,$$

also nach einem bekannten Satz:

$$\Omega = u^3 \cdot \Sigma \begin{vmatrix} p_a \cdot q_a \cdot r_a \\ p_b \cdot q_b \cdot r_b \\ p_c \cdot q_c \cdot r_c \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} X_a \cdot Y_a \cdot Z_a \\ X_b \cdot Y_b \cdot Z_b \\ X_c \cdot Y_c \cdot Z_c \end{vmatrix},$$

wo die Summe Σ sich auf alle Combinationen $a\,b\,c$ erstreckt, welche aus den unteren Zeigern $1, 2, 3, \ldots \mu$ gebildet werden können. Wenn nun u verschwindet, so wird im Allgemeinen nur einer der μ Werthe, welche das Polynom f durch Substitution der Wurzelgruppen erhält, zugleich verschwinden. Dieses geschehe durch die erste Wurzelgruppe. Dann werden nur p_1, q_1, r_1 von der Ordnung $\frac{1}{u}$ sein; alle ähnlichen Functionen der übrigen Wurzelgruppen bleiben endlich. Da nun Ω in Beziehung auf p_1, q_1, r_1 linear ist, so ist Ω von der Ordnung $u^3 \cdot \frac{1}{u}$, d. h. durch u^2 theilbar.

Oder so. In der Determinante $\Sigma \pm p_a q_b r_c$ haben alle sechs Glieder einen und denselben Nenner $f(a) \cdot f(b) \cdot f(c)$, welcher in u aufgeht. Mit u multiplicirt, werden also diese und alle ähnlichen Determinanten zu ganzen Functionen.

Setzen wir auch das secundäre System aus höheren Gleichungen zusammen und geben ihm, wie vorhin, lauter Differential-Coëfficienten desselben Ranges α zu Elementen, so dürfen wir auch da keine höhere Theilbarkeit erwarten. Das secundäre System wird folgende Form bekommen:

$$u \left\{ \frac{t_1}{f(1)} (p_1 \xi + q_1 \upsilon + \ldots)^\mu + \frac{t_2}{f(2)} (p_2 \xi + q_2 \upsilon + \ldots)^\mu + \text{etc.} \right\} = o,$$

$$u \left\{ \frac{t_1'}{f(1)} (p_1 \xi + q_1 \upsilon + \ldots)^{\mu'} + \frac{t_2'}{f(2)} (p_2 \xi + q_2 \upsilon + \ldots)^{\mu'} + \text{etc.} \right\} = o,$$

etc.,

wo $p, q, \ldots$ Combinationen gleichen Grades der Variabeln $x, y, \ldots$, und $t, t', t'', \ldots$ ebenfalls Combinationen derselben Variabeln bezeichnen, durch welche die totalen Combinationen tp^μ, $t'p^{\mu'}$, etc. auf gleichen Grad mit der ursprünglichen Gleichung vom Range α erhoben werden, und wo die nach den Zeigern $1, 2, \ldots$ fortschreitenden Summen sich auf die Wurzelgruppen des Systemes aller übrigen ursprünglichen Gleichungen beziehen.

Sind alle Gleichungen des secundären Systemes vom selben Grade μ, und ihre Anzahl ν gleich derjenigen der Wurzelgruppen, so ist die Resultante des secundären Systemes

$$U = u^{(\nu-1)\,\mu^{\nu-1}} \left\{ \begin{vmatrix} t_1 \cdot t_2 \ldots t_\nu \\ t_1' \cdot t_2' \ldots t_\nu' \\ \ldots\ldots \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} p_1 \cdot p_2 \ldots p_\nu \\ q_1 \cdot q_2 \ldots q_\nu \\ \ldots\ldots \end{vmatrix}^{\mu} \right\}^{\mu^{\nu-1}}.$$

Da sowohl das Quadrat einer alternirenden Function als auch das Product zweier alternirenden Functionen in eine symmetrische Function übergeht, so ist hier, μ mag gerade oder ungerade sein, der Quotient immer eine symmetrische Function der Wurzelgruppen. Da er übrigens die Elemente der Gleichung $f(x, y, \ldots) = o$ nicht enthält, so kann er auch nicht durch u theilbar sein. Es findet also keine höhere Theilbarkeit Statt.

§. 15. Wir wollen nun den Fall untersuchen, wo das ursprüngliche System nur aus zwei Gleichungen besteht, und das secundäre demselben genau nachgebildet ist. Setzt man $y = 1$, so mögen die zwei Gleichungen

$$f(x) = a_m x^m + \text{etc.} = o,$$

$$\varphi(x) = b_n x^n + \text{etc.} = b_n (x - x_1)(x - x_2) \ldots (x - x_n) = o$$

das ursprüngliche System ausmachen. Dann ist

$$u = b_n^m f(x_1) f(x_2) \dots f(x_n),$$

$$\frac{du}{da_i} = u \Sigma \frac{x_1^i}{f(x_1)},$$

und wenn $\theta_1 = \dfrac{f'(x_1)}{(x_1 - x_2)(x_1 - x_3) \dots (x_1 - x_n)}$, etc. gesetzt wird,

$$\frac{du}{db_n} = \frac{u}{b_n}\left\{m - \Sigma \frac{\theta_1 x_1^n}{f(x_1)}\right\}, \quad \frac{du}{db_i} = -\frac{u}{b_n} \Sigma \frac{\theta_1 x_1^i}{f(x_1)}.$$

Das secundäre System besteht also aus den zwei Gleichungen

$$u \Sigma \frac{(x_1 \xi + \upsilon)^m}{f(x_1)} = o \text{ und } \frac{u}{b_n}\left\{ m \xi^n - \Sigma \frac{\theta_1 (x_1 \xi + \upsilon)^n}{f(x_1)} \right\} = o.$$

Nimmt man nun an, die Wurzel x_1 erfülle beide ursprünglichen Gleichungen, so ist, wenn $m > n$, nach §. 12 in Beziehung auf die verschwindenden Grössen $u, u^2, u^3, \dots$ das niedrigste Glied der Resultante U des secundären Systemes

$$\frac{u^{m+n} \theta_1^m}{b_n^m \big(f(x_1)\big)^m} \left\{ \Sigma \frac{(x_2 - x_1)^m}{f(x_2)} \right\}^n.$$

Setzt man $f(x) = (x - x_1)\, g(x)$, so müsste also, wenn ein höherer Divisor als u^n existirte, die Summe

$$\Sigma \frac{(x_2 - x_1)^{m-1}}{g(x_2)}$$

verschwinden. Da aber x_1 von den Coëfficienten des Polynoms $g(x)$ unabhängig ist, so wird dieses im Allgemeinen nicht geschehen.

Wenn aber $m = n$ ist, so multiplicire man die erste Gleichung mit $\frac{\theta_1}{b_n}$ und addire sie zur zweiten. Man wird das System

$$u \Sigma \frac{(x_1 \xi + \upsilon)^n}{f(x_1)} = o, \quad \frac{u}{b_n}\left\{ n + \Sigma \frac{\theta_1 - \theta_2}{f(x_2)} (x_2 \xi + \upsilon)^n \right\} = o$$

erhalten. Nach dem zweiten speciellen Satz in §. 8 hat dieses System dieselbe Resultante U wie das ursprüngliche. Ihr niedrigstes Glied in Beziehung auf u ist

$$\frac{u^{2n}}{b_n^n \big(f(x_1)\big)^n} \left\{ n + \Sigma \frac{\theta_1 - \theta_2}{f(x_2)} (x_2 - x_1)^n \right\}^n.$$

Soll nun eine höhere Theilbarkeit von U als durch u^n stattfinden, so muss die eingeklammerte Summe verschwinden.

Um dies im Besonderen zu untersuchen, setzen wir zuerst $n = 2$,

$$f(x) = (x - \alpha)(x - \gamma), \ \varphi(x) = (x - \alpha)(x - \beta).$$

Dann wird

$$f'(\alpha) = \alpha - \gamma, \ f'(\beta) = 2\beta - \alpha - \gamma, \ \theta_1 = \frac{\alpha - \gamma}{\alpha - \beta}, \ \theta_2 = \frac{\alpha + \gamma - 2\beta}{\alpha - \beta},$$

also die fragliche Summe

$$2 + \frac{\beta - \alpha}{\beta - \gamma}\left(\frac{\alpha - \gamma}{\alpha - \beta} - \frac{\alpha + \gamma - 2\beta}{\alpha - \beta}\right) = o.$$

Hier ist also höhere Theilbarkeit vorhanden. In der That hat das System der Gleichungen

$$ax^2+bx+c=o\ ,\ a^1x^2+b^1x+c^1=o$$

die Resultante

$$u=(ab'-a'b)\,(bc'-b'c)-(ca'-c'a)^2\,,$$

und wenn nun $\frac{du}{da}$, $2\frac{du}{db}$, ... an die Stelle von $a, b, \ldots$ gesetzt werden, so ergibt sich

$$U=16\,u^3.$$

Werden dagegen zwei kubische Gleichungen

$$f(x)=(x-\alpha)\,(x^2+hx+k)=o,\ \varphi(x)=(x-\alpha)\,(x-\beta)\,(x-\gamma)=o$$

gesetzt, so wird der Ausdruck, auf dessen Verschwinden es hier ankömmt, nach einigen Reductionen

$$\frac{(2\alpha-\beta-\gamma)^2}{(\alpha-\beta)\,(\alpha-\gamma)}+\frac{\beta+\gamma+h}{\beta-\gamma}\left\{\frac{(\alpha-\gamma)^3}{(\alpha-\beta)\,(\gamma^2+h\gamma+k)}-\frac{(\alpha-\beta)^3}{(\alpha-\gamma)\,(\beta^2+h\beta+k)}\right\}.$$

Man braucht aber z. B. nur k unendlich gross sich zu denken, um einzusehen, dass dieser Ausdruck nicht verschwinden kann.

§. 16. Ein Fall von höherer Theilbarkeit ist der, wo beide Systeme aus mehreren linearen und nur einer höheren Gleichung bestehen, und wo die Rangzahlen $\alpha, \alpha', \alpha'', \ldots$ (siehe §. 13) sämmtlich verschieden sind.

Es seien

$$\begin{array}{l}
ax+by+cz+\ldots+gv+hw+\ldots=o,\\
a'x+b'y+c'z+\ldots+g'v+h'w+\ldots=o,\\
\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\\
a_{\prime}x+b_{\prime}y+c_{\prime}z+\ldots+g_{\prime}v+h_{\prime}w+\ldots=o,\\
a_{\prime\prime}x+b_{\prime\prime}y+c_{\prime\prime}z+\ldots+g_{\prime\prime}v+h_{\prime\prime}w+\ldots=o,\\
\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\\
f(x,y,z,\ldots v,w,\ldots)=o
\end{array}$$

$n-1$ lineare Gleichungen und eine m^{ten} Grades mit den n Variabeln $x, y, z, \ldots v, w, \ldots$ Den Horizontalzeilen der Elemente der linearen Gleichungen denke man sich noch die Zeile

$$A,\ B,\ C,\ldots G,\ H,\ldots,$$

über deren Elemente wir bald verfügen werden, übergesetzt. Die Determinante aller nn in ein Quadrat geordneten Elemente heisse Δ. Bezeichnet man nun die reciproken Elemente durch Einklammerung der entsprechenden ursprünglichen, so ist die Resultante des Systemes

$$u=f\big((A),(B),(C),\ldots(G),(H),\ldots\big).$$

Die Werthe der abgeleiteten Functionen $f_x, f_y, f_z, \ldots, f_v, f_w, \ldots$, wenn darin $x=(A)$, $y=(B)$, etc. gesetzt werden, seien jetzt

$$A,\ B,\ C,\ldots,G,\ H,\ldots,$$

so ist

$$\Delta=mu,$$

$$\frac{du}{da}=B\frac{d(B)}{da}+C\frac{d(C)}{da}+\ldots=B\frac{d(a)}{dB}+C\frac{d(a)}{dC}+\ldots=(a),$$

etc.

Das secundäre System bestehe nun aus $\nu - 1$ linearen und einer Gleichung μ^{ten} Grades mit den ν Variabeln $\xi, \upsilon, \zeta, \ldots$ Als Coëfficienten der linearen Gleichungen nehme man die auf die ν ersten Elemente $a, b, \ldots$ der $\nu - 1$ ersten ursprünglichen Gleichungen bezüglichen Differential-Coëfficienten von u, und als Coëfficienten der höheren Gleichung solche Differential-Coëfficienten letzten Ranges, welche der aus den ν ersten Variabeln $x, y, \ldots$ gebildeten Reihe von Combinationen μ^{ten} Grades, multiplicirt mit irgend einer Combination $(m-\mu)^{ten}$ Grades aus den n Variabeln $x, y, \ldots v, w, \ldots$ entsprechen, und gebe denselben noch die Permutationszahlen der betreffenden Combinationen von $\xi, \upsilon, \zeta, \ldots$ zu numerischen Factoren. Dann wird das secundäre System in folgender Gestalt erscheinen:

$$(a)\,\xi + (b)\,\upsilon + (c)\,\zeta + \ldots = o,$$
$$(a')\,\xi + (b')\,\upsilon + (c')\,\zeta + \ldots = o,$$
$$\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot$$
$$T\left\{(A)\,\xi + (B)\,\upsilon + (C)\,\zeta + \ldots\right\}^{\mu} = o,$$

wo in der letzten Gleichung T irgend eine Combination $(m-\mu)^{ten}$ Grades der Grössen $(A), (B), \ldots (G), (H), \ldots$ bezeichnet. Die Resultante dieses Systemes ist

$$U = T \begin{vmatrix} (A).(B).(C)\ldots \\ (a).(b).(c)\ldots \\ (a').(b').(c')\ldots \\ \cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \end{vmatrix}^{\mu} = T.\,\Delta^{(\nu-1)\mu} \begin{vmatrix} g_{,}.h_{,}\ldots \\ g_{,,}.h_{,,}\ldots \\ \cdot\;\cdot\;\cdot \end{vmatrix}^{\mu} = \frac{T}{m^{(\nu-1)\mu}}\, u^{(\nu-1)\mu} \begin{vmatrix} g_{,}.h_{,}\ldots \\ g_{,,}.h_{,,}\ldots \\ \cdot\;\cdot\;\cdot \end{vmatrix}.$$

Hier findet wirklich höhere Theilbarkeit Statt. Denn nach dem allgemeinen Satze in §. 13 wäre bloss eine Theilbarkeit durch $u^{(\nu-2)\mu+1}$ zu erwarten. Bezeichnet σ den Grad von U in Beziehung auf ihre expliciten Elemente, so ist $\sigma = (\nu - 1)\,\mu + 1$, also U durch $u^{\sigma-1}$ theilbar, anstatt bloss durch $u^{\sigma-\mu}$.

Stimmt das secundäre System genau mit dem ursprünglichen überein, indem $\nu = n$, $\mu = m$ wird, so ist

$$U = \left(\frac{u}{m}\right)^{(n-1)m}.$$

§. 17. Besteht das ursprüngliche System aus den abgeleiteten Gleichungen eines Polynoms $f(x, y, z, \ldots)$ mit n Variabeln und vom m^{ten} Grade, und werden die Differential-Coëfficienten von u, multiplicirt mit den betreffenden Permutationszahlen, für die einfachen Elemente in der Function u substituirt, so ist nach §. 13 das Ergebniss U durch die $(n-1)\,(m-1)^{n-1te}$ Potenz von u theilbar. Wir wollen im Folgenden die drei besonderen Fälle, wo $n = 2$, $m = 3$, wo $n = 2$, $m = 4$, und endlich wo $n = 3$, $m = 3$ ist, in Beziehung auf höhere Theilbarkeit untersuchen.

I. Das ursprüngliche Polynom sei $ax^3 + 3bx^2y + 3cxy^2 + dy^3$. Seine Resultante ist $u = 4\,(bd - c^2)\,(ac - b^2) - (bc - ad)^2$. Setzen wir der Kürze wegen $bd - c^2 = \alpha$, $bc - ad = \beta$, $ac - b^2 = \gamma$, so dass $u = 4\alpha\gamma - \beta^2$ wird, so haben wir

$${}^1\!/_2\,\frac{du}{da} = A = 2c\alpha + d\beta,\quad {}^1\!/_6\,\frac{du}{db} = B = d\gamma - b\alpha,\quad {}^1\!/_6\,\frac{du}{dc} = C = a\alpha - c\gamma,\quad {}^1\!/_2\,\frac{du}{dd} = D = 2b\gamma + a\beta,$$

und hieraus nach einigen Reductionen

$$BD - C^2 = \gamma u,\quad BC - AD = -\beta u,\quad AC - B^2 = \alpha u.$$

Also hat das secundäre Polynom

$$\frac{du}{da}x^3 + \frac{du}{db}x^2y + \frac{du}{dc}xy^2 + \frac{du}{dd}y^3$$

die Resultante

$$U = 16u^3.$$

Die allgemeine Regel gibt bloss den Divisor u^2. Es findet also in diesem Falle eine höhere Theilbarkeit statt.

Diese Formel wird von Cayley in Crelle XXIX, S. 54, erwähnt und Eisenstein zugeschrieben.

II. Das ursprüngliche Polynom sei

$$ax^4+4bx^3y+6cx^2y^2+4dxy^3+ey^4.$$

Die Resultante u desselben ist von Cayley (Crelle XXX, S. 19) in einer sehr merkwürdigen Form gegeben worden. Ich gelange auf folgendem Wege dazu. Eliminirt man aus den abgeleiteten Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} ax^3+3bx^2y+3cxy^2+dy^3&=o,\\ bx^3+3cx^2y+3dxy^2+ey^3&=o \end{aligned}\right\}(1)$$

resp. x^3 und y^3, so erhält man

$$\begin{aligned} 3(ac-b^2)x^2+(ae-bd)y^2&=-3(ad-bc)yz,\\ (ae-bd)x^2+3(ce-d^2)y^2&=-3(be-cd)yz. \end{aligned}$$

Multiplicirt man diese zwei Gleichungen mit einander und beachtet die identische Relation

$$(ac-b^2)(ce-d^2)-(ad-bc)(be-cd)+(ae-bd)(bd-c^2)=o,$$

so findet man die resultirende Gleichung durch $ae-bd$ theilbar und bekömmt:

$$3(ac-b^2)x^4+(ae-bd)x^2y^2+3(ce-d^2)y^4=9(bd-c^2)x^2y^2$$

oder

$$3c(ax^4+2cx^2y^2+ey^4)-3(bx^2+dy^2)^2+(ae-4bd+3c^2)x^2y^2=o.$$

Da nun

$$ax^4+2cx^2y^2+ey^4=-4xy(bx^2+cxy+dy^2)$$

ist, so folgt

$$-(bx^2+2cxy+dy^2)^2+{}^1\!/_3(ae-4bd+3c^2)x^2y^2=o,$$

und, wenn man

$$ae-4bd+3c^2=3\rho^2$$

setzt und die Gleichung in Factoren zerlegt,

$$bx^2+(2c-\rho)xy+dy^2=o.$$

Combinirt man diese Gleichung mit den Gleichungen (1), so erhält man leicht das System

$$\begin{aligned} ax^2\quad &+2bxy+(c+\rho)y^2=o,\\ bx^2+(2c-\rho)xy+&\qquad dy^2=o,\\ (c+\rho)x^2\quad &+2dxy+\qquad ey^2=o, \end{aligned}$$

und indem man hier x^2, $2xy$, y^2 wie unabhängige Grössen behandelt und eliminirt,

$$\begin{vmatrix} a\,.\,b\,.\,c\\ b\,.\,c\,.\,d\\ c\,.\,d\,.\,e \end{vmatrix}-\rho^3=o.$$

Macht man diese Gleichung rational, so erhält man die gesuchte Resultante

$$u=27\begin{vmatrix} a\,.\,b\,.\,c\\ b\,.\,c\,.\,d\\ c\,.\,d\,.\,e \end{vmatrix}^2-(ae-4bd+3c^2)^3.$$

Um abzukürzen, setzen wir

$$\Delta = \begin{vmatrix} a.b.c \\ b.c.d \\ c.d.e \end{vmatrix}, \text{ die reciproken Elemente } \begin{matrix} \alpha.\beta.\gamma, \\ \beta.\varsigma.\delta \\ \gamma.\delta.\varepsilon \end{matrix}$$

$$J = \varsigma - 4\gamma = ae - 4bd + 3c^2.$$

Werden nun $\frac{du}{da}$, $\frac{1}{4}\frac{du}{db}$, $\frac{1}{6}\frac{du}{dc}$, $\frac{1}{4}\frac{du}{dd}$, $\frac{du}{de}$ mit 3 dividirt, so erhält man folgendes Schema

$$\begin{matrix} 18\alpha\Delta - eJ^2. & 9\beta\Delta + dJ^2. & (6\gamma+3\varsigma)\Delta - cJ^2 \\ 9\beta\Delta + dJ^2. & (6\gamma+3\varsigma)\Delta - cJ^2. & 9\delta\Delta + bJ^2 \\ (6\gamma+3\varsigma)\Delta - cJ^2. & 9\delta\Delta + bJ^2. & 18\varepsilon\Delta - aJ^2 \end{matrix}$$

Die reciproken Elemente sind mit Weglassung des Factors u:

$$\begin{matrix} 3a\Delta - \varepsilon J. & 6b\Delta + \delta J. & 3c\Delta - \gamma J \\ 6b\Delta + \delta J. & 12c\Delta - \varsigma J. & 6d\Delta + \beta J \\ 3c\Delta - \gamma J. & 6d\Delta + \beta J. & 3e\Delta - \alpha J. \end{matrix}$$

Die Determinante des ersten Schemas ist $2u^2\Delta$, die mit $\varsigma - 4\gamma$ analoge Grösse ist $-uJ^2$. Wenn man nun wieder den weggelassenen Factor 3 hinzunimmt, so erhält man durch Substitution von $\frac{du}{da}$, $\frac{1}{4}\frac{du}{db}$, ... anstatt a, b, ... in der Function u, als Resultante des secundären Systemes

$$U = 729u^3(108u\Delta^2 + J^6) = 729u^3(54\Delta^2 - J^3)^2.$$

Der Satz in §. 13 gibt aber auch schon eine Theilbarkeit durch u^3. Wir sehen nur noch, dass der Quotient ein Quadrat ist und sich bloss mittelst Δ und J ausdrücken lässt.

III. Wir wollen endlich den Fall eines kubischen Polynoms mit drei Variabeln betrachten. Durch lineare Substitutionen kann dasselbe im Allgemeinen auf die Form

$$x^3 + y^3 + z^3 - 3\alpha xyz$$

gebracht werden. Die abgeleiteten Gleichungen sind

$$x^2 - \alpha yz = o, \quad y^2 - \alpha xz = o, \quad z^2 - \alpha xy = o.$$

Die vier Wurzelgruppen des Systemes der beiden letzten sind $1:o:o$, $1:\alpha:\alpha$, $1:i\alpha:i^2\alpha$, $1:i^2\alpha:i\alpha$, wo i, i^2 die imaginären Kubikwurzeln der positiven Einheit bezeichnen. Werden nun im ersten abgeleiteten Polynom die Wurzeln dieser vier Gruppen substituirt, so gibt die erste Substitution 1, und jede der drei folgenden $1 - \alpha^3$. Folglich ist die Resultante $(1 - \alpha^3)^3$.

Jetzt sei $f(x, y, z)$ ein vollständiges kubisches Polynom mit litteralen Elementen. Seine Resultante u wird in Beziehung auf diese vom 12. Grade sein. Es sei ferner

$$\left.\begin{aligned} x' &= \lambda x + \mu y + \nu z, \\ y' &= \lambda' x + \mu' y + \nu' z, \\ z' &= \lambda'' x + \mu'' y + \nu'' z, \\ x'^3 + y'^3 + z'^3 - 3\alpha x'y'z' &= f(x, y, z), \end{aligned}\right\} (1)$$

und Δ die Determinante der Elemente der linearen Substitutionen. Dann ist nach §. 9

$$u = \Delta^{12}(1 - \alpha^3)^3. \quad (2)$$

Sind $l, m, n, l', \ldots$ die reciproken Elemente von Δ, so ist $\Delta x = lx' + my' + nz'$, etc.

$$f(l, m, n) = f(l', m', n') = f(l'', m'', n'') = \Delta^3, \quad (3)$$

und wenn die beiden Ableitungen, wo die Differentiale von l, m, n resp. durch l', m', n' und l'', m'', n'' ersetzt werden, durch die Symbole δ', δ'' angezeigt werden:

$$6\,Q = \delta'\,\delta''\,f(l, m, n) = -\,3\,\alpha\,\Delta^3\,. \quad (4)$$

Differentiirt man das System der Gleichung (1) wiederholt nach den einzelnen Variabeln x, y, z, so wird man die Differential-Coëfficienten in Function von x', y', z' erhalten. Unterscheidet man dieselben durch die als Zeiger untergesetzten Variabeln, und ersetzt x, y, z, x', y', z' gleichzeitig durch l, m, n, Δ, o, o, so erhält man

$$^1/_3 f_x(l, m, n) = \lambda\,\Delta^2, \text{ etc.} \quad (5)$$

$$\left.\begin{aligned} ^1/_3 f_{xx}(l,m,n) &= (2\,\lambda^2 - 2\,\alpha\,\lambda'\,\lambda'')\,\Delta, \\ ^1/_3 f_{xy}(l,m,n) &= (2\,\lambda\mu - \alpha\,(\lambda'\mu'' + \lambda''\mu'))\,\Delta, \\ ^1/_3 f_{xz}(l,m,n) &= (2\,\lambda\nu - \alpha\,(\lambda'\nu'' + \lambda''\nu'))\,\Delta. \end{aligned}\right\} (6)$$

Wir wollen nun die Gleichungen (3) und (4) in Beziehung auf die zehn unter sich unabhängigen Elemente des Polynoms f vollständig differentiiren, indem wir $\alpha, \lambda, \mu, \ldots$ als ebenso viele Functionen derselben betrachten. Sind in einem Ausdruck jene unabhängigen Elemente explicite vorhanden, so soll die nur auf sie bezügliche Differentiation mit $\boldsymbol{D}$, die nur auf die Functionen bezügliche mit ∂, endlich die vollständige Differentiation mit d bezeichnet werden (also $\mathrm{d} = \boldsymbol{D} + \partial$). Werden endlich die Differentiale der ursprünglichen Elemente, wie es das Bildungsgesetz des secundären Polynoms erfordert, durch die entsprechenden mit ihren Permutationszahlen multiplicirten Combinationen der neuen Variabeln ξ, υ, ζ ersetzt, so mögen für diese ableitende Operation die vorigen Zeichen ebenfalls gelten.

Setzen wir nun, um abzukürzen,

$$\rho = l\xi + m\upsilon + n\zeta,\ \ \rho' = l'\xi + m'\upsilon + n'\zeta,\ \ \rho'' = l''\xi + m''\upsilon + n''\zeta,$$

so ist

$$\boldsymbol{D}f(l,m,n) = \rho^3, \text{ etc., } \boldsymbol{D}Q = \rho\rho'\rho''$$

Ferner ist nach (5)

$$\partial f(l,m,n) = 3\Delta^2\,(\lambda\,\mathrm{d}l + \mu\,\mathrm{d}m + \nu\,\mathrm{d}n),$$

oder, da

$$\mathrm{d}\Delta = l\,\mathrm{d}\lambda + m\,\mathrm{d}\mu + n\,\mathrm{d}\nu + \lambda\,\mathrm{d}l + \mu\,\mathrm{d}m + \nu\,\mathrm{d}n$$

ist,

$$\partial f(l,m,n) = \mathrm{d}\,.\,\Delta^3 - 3\,\Delta^2\,(l\,\mathrm{d}\lambda + m\,\mathrm{d}\mu + n\,\mathrm{d}\nu).$$

Wenn aber die erste der Gleichungen (3) vollständig differentiirt wird, so haben wir

$$\mathrm{d}\,.\,\Delta^3 = \rho^3 + \partial f(l,m,n).$$

Folglich ist

$$\left.\begin{aligned} 3\,\Delta^2\,(l\,\mathrm{d}\lambda + m\,\mathrm{d}\mu + n\,\mathrm{d}\nu) &= \rho^3, \\ 3\,\Delta^2\,(l'\,\mathrm{d}\lambda' + m'\,\mathrm{d}\mu' + n'\,\mathrm{d}\nu') &= \rho'^3, \\ 3\,\Delta^2\,(l''\,\mathrm{d}\lambda'' + m''\,\mathrm{d}\mu'' + n''\,\mathrm{d}\nu'') &= \rho''^3. \end{aligned}\right\} (7)$$

Durch Addition aller drei Gleichungen ergibt sich

$$3\,\Delta^2\,\mathrm{d}\Delta = \mathrm{d}\,.\,\Delta^3 = \rho^3 + \rho'^3 + \rho''^3. \quad (8)$$

Bezeichnen wir eine Differentiation, die sich nur auf l'', m'', n'' erstreckt, mit $\mathfrak{d}''$, und enthält das Object der Operation δ'' die Grössen l'', m'', n'' nicht, so ist

$$\mathfrak{d}''\delta'' = \mathrm{d}l''\frac{\partial}{\partial l} + \mathrm{d}m''\frac{\partial}{\partial m} + \mathrm{d}n''\frac{\partial}{\partial n},$$

also

$$6\,\mathfrak{d}''Q = (\mathrm{d}l''.\delta' f_x + \mathrm{d}m''.\delta' f_y + \mathrm{d}n''.\delta' f_z)\,(l,m,n).$$

Um hier die rechte Seite zu reduciren, müssen wir die Gleichungen (6) mit l', m', n' multipliciren und addiren. Wir erhalten

$$\delta' f_x(l,m,n) = -3\alpha\lambda''\Delta^2,$$
$$\delta' f_y(l,m,n) = -3\alpha\mu''\Delta^2,$$
$$\delta' f_z(l,m,n) = -3\alpha\nu''\Delta^2.$$

Also ist

$$6\,\mathfrak{d}''Q = -3\alpha\Delta^2(\lambda''\mathrm{d}l'' + \mu''\mathrm{d}m'' + \nu''\mathrm{d}n'') = -\alpha(\rho^3 + \rho'^3)$$

wegen (7). Da Q durch Vertauschung von Accenten nicht geändert wird, so ist ebenso

$$6\,\mathfrak{d}Q = -\alpha(\rho'^3 + \rho''^3),\quad 6\,\mathfrak{d}'Q = -\alpha(\rho^3 + \rho''^3);$$

aber $\partial = \mathfrak{d} + \mathfrak{d}' + \mathfrak{d}''$; also endlich

$$6\,\partial Q = -2\alpha(\rho^3 + \rho'^3 + \rho''^3),$$
$$6\,\mathrm{d}Q = 6\rho\rho'\rho'' - 2\alpha(\rho^3 + \rho'^3 + \rho''^3).$$

Die Gleichung (4) gibt also jetzt mit Beiziehung von (8)

$$\Delta^3\mathrm{d}\alpha = -2\rho\rho'\rho'' - {}^1\!/_3\,\alpha(\rho^3 + \rho'^3 + \rho''^3).$$

Durch diese Formel und (8) sind wir endlich in Stand gesetzt, die Gleichung (2) vollständig zu differentiiren. Es ergibt sich

$$\mathrm{d}u = \Delta^9(1-\alpha^3)^2\,\{(4-\alpha^3)(\rho^3 + \rho'^3 + \rho''^3) + 18\alpha^2\rho\rho'\rho''\}.$$

Da das secundäre Polynom auf der rechten Seite in der bekannten reducirten Form erscheint, so können wir mittelst des §. 9 seine Resultante U ohne Mühe angeben. Es ist

$$U = u^8.\Delta^{36}(4-\alpha^3)^3\,\{(4-\alpha^3)^3 + 216\alpha^6\}^3$$
$$= u^8.\Delta^{36}\,\{(4-\alpha^3)(4-\varepsilon^3\alpha^3)(4-\varepsilon'^3\alpha^3)(4-\varepsilon''^3\alpha^3)\}^3,$$

wo die Wurzeln der Gleichung $(x+1)^3 - 2 = o$ durch ε, ε', ε'' bezeichnet sind. Es gibt also keine höhere Theilbarkeit, als bereits aus §. 13 folgt.

§.18. Cayley in seinem *Mémoire sur les Hyperdeterminants* (Crelle XXX, S. 1) betrachtet Polynome Φ von der Form $a x_1 x_2 + b x_1 y_2 + c y_1 x_2 + d y_1 y_2$, die in Beziehung auf alle n Variabeln einer jeden der m Gruppen $x_1, y_1, \ldots w_1;\ x_2, y_2, \ldots w_2;\ \ldots;\ x_m, y_m, \ldots w_m$ homogen und linear sind, und spricht unter anderm auch von der Resultante U aller abgeleiteten Gleichungen eines solchen Polynoms. Es ist klar, dass, wenn immer die gleichnamigen Variabeln aller Gruppen einander gleich gesetzt, und daher die unterscheidenden Zeiger weggelassen werden, das Polynom Φ in ein gewöhnliches vollständiges homogenes Polynom $f(x, y, \ldots w)$ vom m^{ten} Grade übergeht. Es ist ferner klar, dass, wenn in Φ die Coëfficienten aller Variabelnproducte, die sich nur durch Permutation der auf die m verschiedenen Variabelngruppen bezüglichen Zeiger unterscheiden, einander gleich gesetzt werden, dann alle auf gleichnamige Variabeln bezüglichen Differential-Coëfficienten, wie $\frac{d\Phi}{dx_1}, \frac{d\Phi}{dx_2}, \ldots \frac{d\Phi}{dx_m}$, in einen und denselben $\frac{1}{m}\,\frac{df}{dx}$ übergehen. Die früheren mn abgeleiteten Gleichungen werden dann auf die n Gleichungen

$$\frac{1}{m}\,\frac{df}{dx} = o,\quad \frac{1}{m}\,\frac{df}{dy} = o,\quad \ldots\quad \frac{1}{m}\,\frac{df}{dw} = o$$

zurückkommen; und wenn die Resultante u dieser letztern verschwindet, so wird auch gleichzeitig die durch die obigen Annahmen modificirte Resultante U verschwinden müssen. D. h., wenn in U immer alle Elemente, die sich nur durch die auf die m Variabelngruppen bezüglichen Zeiger unterscheiden, einander gleich gesetzt werden — der von Cayley sogenannte symmetrische Fall — so wird u als Factor von U erscheinen.

Nun scheint aber Cayley auf S. 18 vorauszusetzen, dass die dem allgemeinen Fall entsprechende Resultante U durch die den symmetrischen Fall bewirkenden Annahmen auch geradezu in die diesem Falle entsprechende Resultante u übergeführt werde, mit anderen Worten, dass U und u in Beziehung auf ihre Elemente von demselben Grade seien. Dies ist aber namentlich in dem dort betrachteten Falle, wo $n=2$, $m=4$ ist, keineswegs richtig. Sondern U und u sind dann resp. vom 24. und 6. Grade, wie sich aus der nun folgenden allgemeinen Untersuchung ergeben wird.

Wir sehen zuerst im ursprünglichen Polynome Φ die Variabeln $x_1, y_1, \ldots w_1$ der ersten Gruppe als constant an. Sein Grad ist dann nur $m-1$, und seine Coëfficienten sind lineare Functionen von $x_1, y_1, \ldots w_1$. Die Resultante der $(m-1)\,n$ Gleichungen

$$\left.\begin{array}{c} \dfrac{d\Phi}{dx_2}=o,\ \dfrac{d\Phi}{dy_2}=o,\ \ldots \dfrac{d\Phi}{dw_2}=o, \\ \text{etc.} \\ \dfrac{d\Phi}{dx_m}=o,\ \dfrac{d\Phi}{dy_m}=o,\ \ldots \dfrac{d\Phi}{dw_m}=o, \end{array}\right\} \quad (1)$$

sei V und in Beziehung auf ihre Elemente vom Grade p. Ist dann die Gleichung $V=o$ erfüllt, so sind die in Beziehung auf die Elemente genommenen Differential-Coëfficienten von V mit den betreffenden Variabeln-Producten in Φ proportional. Betrachten wir nun wiederum diese Elemente als lineare Functionen der Variabeln $x_1, y_1, \ldots w_1$ und ersetzen in den in Beziehung auf diese Variabeln der ersten Schichte abgeleiteten Functionen von Φ die Producte der übrigen Variabeln durch jene mit ihnen proportionalen Differential-Coëfficienten von V, so ergibt sich offenbar

$$\frac{d\Phi}{dx_1} : \frac{d\Phi}{dy_1} : \ldots : \frac{d\Phi}{dw_1} = \frac{dV}{dx_1} : \frac{dV}{dy_1} : \ldots : \frac{dV}{dw_1},$$

wenn anders das System der Gleichungen (1) erfüllt ist. Wenn nun jenem Systeme noch die Gleichungen

$$\frac{d\Phi}{dx_1}=o,\ \frac{d\Phi}{dy_1}=o,\ \ldots \frac{d\Phi}{dw_1}=o$$

zugesetzt werden, so kömmt das System aller mn abgeleiteten Gleichungen auf dasjenige der n Gleichungen

$$\frac{dV}{dx_1}=o,\ \frac{dV}{dy_1}=o,\ \ldots \frac{dV}{dw_1}=o$$

zurück. Die Resultante U dieser Gleichungen ist in Beziehung auf die zusammengesetzten Factoren, mit denen die Combinationen der Variabeln $x_1, y_1, \ldots w_1$ im Polynome V multiplicirt sind, vom Grade $n(p-1)^{n-1}$, und da jene Factoren in Beziehung auf die einfachen Elemente von Φ vom p^{ten} Grade sind, so ist U in Beziehung auf diese vom Grade $np(p-1)^{n-1}$. Wir müssen indessen aus sogleich anzubringenden Gründen daran zweifeln, dass die so bestimmte Function U wirklich ganz im Allgemeinen die echte Resultante des vielschichtig linearen Polynoms Φ sei. Nur für $n=2$, $m=4$ sind wir sicher, dass das beschriebene Verfahren zur Kenntniss der echten Resultante führt.

Bezeichnen wir den Grad der nach dem obigen Verfahren bestimmten Function U, welcher m Schichten von n Variabeln entspricht, mit $f(m)$, so bekommen wir die Recursions-Gleichung

$$f(m) = n \cdot f(m-1) \cdot [f(m-1)-1]^{n-1}.$$

Nehmen wir jetzt zuerst $m=2$ an, und setzen

$$\begin{aligned}\Phi = & (1,1)\,x_1 x_2 + (1,2)\,x_1 y_2 + \ldots + (1,n)\,x_1 w_2 \\ & + (2,1)\,y_1 x_2 + (2,2)\,y_1 y_2 + \ldots + (2,n)\,y_1 w_2 \\ & \quad \cdot \qquad \cdot \qquad \cdot \qquad \cdot \\ & + (n,1)\,w_1 x_2 + (n,2)\,w_1 y_2 + \ldots + (n,n)\,w_1 w_2 ,\end{aligned}$$

so werden die $2n$ abgeleiteten Gleichungen

$$\begin{array}{l|l} (1,1)x_2 + (1,2)y_2 + \ldots + (1,n)\,w_2 = o, & (1,1)\,x_1 + (2,1)y_1 + \ldots + (n,1)w_1 = o, \\ (2,1)x_2 + (2,2)y_2 + \ldots + (2,n)\,w_2 = o, & (1,2)\,x_1 + (2,2)y_1 + \ldots + (n,2)\,w_1 = o, \\ \quad \cdot \qquad \cdot \qquad \cdot \qquad \cdot & \quad \cdot \qquad \cdot \qquad \cdot \qquad \cdot \\ (n,1)\,x_2 + (n,2)y_2 + \ldots + (n,n)\,w_2 = o, & (1,n)\,x_1 + (2,n)y_1 + \ldots + (n,n)\,w_1 = o; \end{array}$$

und von beiden Gruppen von je n Gleichungen gibt jede dieselbe Resultante, die Determinante aller nn Elemente des ursprünglichen Polynoms Φ. Wir haben also

$$\begin{aligned} f(2) &= n, \\ f(3) &= n^2(n-1)^{n-1}, \\ f(4) &= n^3(n-1)^{n-1}\left(n^2(n-1)^{n-1}-1\right)^{n-1}, \\ &\text{etc.} \end{aligned}$$

Setzen wir $n = 2$, so bekommen wir

$$f(2) = 2,\ f(3) = 4,\ f(4) = 24,\ f(5) = 1104,\ f(6) = 2435424,\ \text{etc.}$$

Wenn n sehr gross ist, so ist annähernd

$$f(m) = n^{n^{m-2}}.$$

Für ein vollständiges Polynom m^{ten} Grades mit mn Variabeln ist der Grad der Resultante aller seiner abgeleiteten Gleichungen

$$mn\,(m-1)^{mn-1}.$$

Für $m \geqq 3$ wird diese Zahl beim steten Wachsen von n sehr bald von der vorhin für $f(m)$ näherungsweise angegebenen Zahl weit übertroffen. Setzen wir z. B. $m = 3$, $n = 10$, so ist der Grad der Resultante der aus einem vollständigen Polynom dritten Grades mit dreissig Variabeln abgeleiteten Gleichungen

$$30\cdot 2^{29} = 16106127360.$$

Dagegen ist für ein dreischichtig lineares Polynom Φ mit je zehn Variabeln in jeder Schichte der Grad der durch obiges Verfahren gefundenen Function U

$$100\cdot 9^9 = 38742048900.$$

In der Function U ist also die wahre Resultante noch mit einem fremden Factor multiplicirt. Denn die specielle Beschaffenheit des Polynoms Φ, vermöge welcher sehr viele Coëfficienten des vollständigen Polynoms vom selben Grade und von derselben Anzahl von Variabeln als Null geworden anzusehen sind, kann den für dieses letztere Statt findenden Grad der Resultante nicht erhöhen, sondern wird ihn, wenn eine Aenderung geschieht, weit eher erniedrigen. So einfach daher auch das obige Verfahren scheinen mag, und so schwer es auch ist, den fremden Factor anzugeben, der durch dasselbe eingeführt wird, so ist doch sicher, dass es uns im Allgemeinen nicht zur Kenntniss der echten Resultante eines vielschichtig linearen Polynoms führen kann.

§. 19. Besondere Betrachtung des Falles, wo $m = 4$, $n = 2$ ist.

Es sei zuerst das zweischichtig lineare Polynom $a x_1 x_2 + b y_1 x_2 + c x_1 y_2 + d y_1 y_2$ gegeben, so ist auf der Stelle klar, dass seine Resultante $ad - bc$ ist.

Ersetzen wir jetzt dieses Polynom durch das dreischichtige

$$\left\{ \left| \begin{array}{c} a x_3 \\ + e y_3 \end{array} \right| \begin{array}{c} x_2 + c x_3 \\ + g y_3 \end{array} \left| y_2 \right\} x_1 + \left\{ \left| \begin{array}{c} b x_3 \\ + f y_3 \end{array} \right| \begin{array}{c} x_2 + d x_3 \\ + h y_3 \end{array} \left| y_2 \right\} x_2 ,$$

so geht die vorige Resultante in

$$(ad - bc) x_3^2 + (ah + de - bg - cf) x_3 y_3 + (eh - fg) y_3^2$$

über, und die Resultante

$$4(ad - bc)(eh - fg) - (ah + de - bg - cf)^2 = 8$$

dieses quadratischen Polynoms wird zugleich die gesuchte Resultante jenes dreischichtigen Polynoms sein.

Wir kommen endlich zu dem vierschichtig linearen Polynom

$$\Phi = \left\{ \left| \begin{array}{c} (a x_4 + i y_4) x_3 \\ + (e x_4 + m y_4) y_3 \end{array} \right| \begin{array}{c} x_2 + (c x_4 + k y_4) x_3 \\ + (g x_4 + o y_4) y_3 \end{array} \left| y_2 \right\} x_1 + \left\{ \left| \begin{array}{c} (b x_4 + j y_4) x_3 \\ + (f x_4 + n y_4) y_3 \end{array} \right| \begin{array}{c} x_2 + (d x_4 + l y_4) x_3 \\ + (h x_4 + p y_4) y_3 \end{array} \left| y_2 \right\} y_1 ,$$

dem diese Betrachtung gewidmet ist. Bezeichnen wir nun diejenige ableitende Operation, wo nur nach den auf x_4 bezüglichen Elementen

$$a,\ b,\ c,\ d,\ e,\ f,\ g,\ h$$

differentiirt, und ihre Differentiale resp. durch die auf y_4 bezüglichen Elemente

$$i,\ j,\ k,\ l,\ m,\ n,\ o,\ p$$

ersetzt werden, mit D, so geht die vorige Resultante 8 in das biquadratische Polynom

$$8 x_4^4 + D 8 . x_4^3 y_4 + \tfrac{1}{2} D^2 8 . x_4^2 y_4^2 + \tfrac{1}{6} D^3 8 . x_4 y_4^3 + \tfrac{1}{24} D^4 8 . y_4^4$$

über, und seine Resultante U wird entweder die Resultante von Φ selbst sein oder diese als Factor enthalten. Wendet man die in §. 17, II gegebene Formel hier an, so erhält man

$$U = Q^2 - 4 R^3 ,$$

wo

$$Q = \left| \begin{array}{ccc} 6 8 & 3 D 8 & D^2 8 \\ 3 D 8 & 2 D^2 8 & D^3 8 \\ D^2 8 & D^3 8 & D^4 8 \end{array} \right| = 12 8 . D^2 8 . D^4 8 + 6 D 8 . D^2 8 . D^3 8 - 6 8 . (D^3 8)^2 - 2 (D^2 8)^3 - 9 (D 8)^2 . D^4 8 ,$$

$$R = 2 8 . D^4 8 - 2 D 8 . D^3 8 + (D^2 8)^2$$

ist. Da $D^5 8 = o$ ist, so überzeugt man sich leicht, dass $D Q = o$, $D R = o$ ist.

§. 20. Für die fernere Rechnung bedürfen wir folgender Hülfssätze:

a) Wenn D eine ableitende Operation bezeichnet, wo irgend eine homogene und ganze Function der n einfachen Elemente $a, b, c, d, \ldots$ oder der n einfachen Elemente $e, f, g, h, \ldots$ in Beziehung auf diese differentiirt wird, und dann ihre Differentiale durch beliebige constante Grössen $a', b', c', d', \ldots, e', f', g', h', \ldots$ resp. ersetzt werden, so ist

$$\Sigma_{m=o}^{m=n} (-1)^m D^m (abcd \ldots) \times D^{n-m} (efgh \ldots) = \Sigma (ae' - a'e)(bf' - b'f)(cg' - c'g) \ldots \text{ [n Factoren]},$$

wo die Summe rechts sich auf alle Permutationen der n Buchstaben $e, f, g, h, \ldots$ erstreckt.

Beweis. Versieht man im Product $abcd\ldots$ auf alle möglichen Arten je m Factoren mit Accenten und multiplicirt das Aggregat mit $1\,.\,2\,.\,3\ldots m$, so hat man $D^m(abcd\ldots)$. Dasselbe gilt von $D^{n-m}(efgh\ldots)$. Wir erhalten so eine Vorstellung von der entwickelten linken Seite. Denken wir uns nun auch rechts die Entwickelung des unter das Summenzeichen gesetzten Productes, so werden darin Glieder vorkommen, wo je m der Grössen $a, b, c, d, \ldots$ accentuirt und die übrigen $n-m$ nicht accentuirt sind. Jede der accentuirten bringt ein Minuszeichen mit sich. Das Vorzeichen wird also $(-1)^m$. Sind ferner z. B. a', b' accentuirt, so nehmen sie die nicht accentuirten e, f als Factoren mit, während die übrigen nicht accentuirten $c, d, \ldots$ die accentuirten $g', h', \ldots$ als Factoren mitnehmen. Nun sind $e, f, g', h', \ldots$ vollständig zu permutiren, so werden je $1\,.\,2\,.\,3\ldots m \times 1\,.\,2\,.\,3\ldots(n-m)$ gleiche Producte entstehen (wenn nämlich das Schema der m Nichtaccente und der $n-m$ Accente fest steht, und nur die darunter fallenden Buchstaben $e, f, g, h, \ldots$ permutirt werden). Man hat also das Glied

$$(-1)^m 1\,.\,2\,.\,3\ldots m \times 1\,.\,2\ldots(n-m) \times a'b'cd\ldots \times \Sigma efg'h'\ldots,$$

wo das Summenzeichen Σ sich auf die Permutation der blossen Buchstaben $e, f, g, h, \ldots$ bezieht. Vereinigt man alle ähnlichen Glieder, wo je m von den Grössen $a, b, c, d, \ldots$ accentuirt sind, so erhält man

$$(-1)^m 1\,.\,2\ldots m \times \Sigma a'b'cd\ldots \times 1\,.\,2\ldots(n-m) \times \Sigma efg'h'\ldots,$$

gerade wie auf der linken Seite. Die aufgestellte Gleichung ist also identisch.

Bemerkung. Wenn n grösser ist als 2, so geben auf der rechten Seite alle positiven Permutationen dasselbe Resultat wie alle negativen für sich. Man braucht daher auf der rechten Seite das Summenzeichen nur auf alle positiven Permutationen auszudehnen, wenn man gleichzeitig die linke Seite halbirt.

Denn der Unterschied zwischen dem den positiven und dem den negativen Permutationen entsprechenden Aggregat ist offenbar

$$\begin{vmatrix} ae'-a'e\,.\,af'-a'f\,.\,ag'-a'g\ldots \\ be'-b'e\,.\,bf'-b'f\,.\,bg'-b'g\ldots \\ ce'-c'e\,.\,cf'-c'f\,.\,cg'-c'g\ldots \\ \cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot \end{vmatrix} = \left\| \begin{matrix} a\,.\,b\,.\,c\ldots \\ a'\,.\,b'\,.\,c'\ldots \end{matrix} \;\middle|\; \begin{matrix} e'\,.\quad f'\,.\quad g'\ldots \\ -e\,.\,-f\,.\,-g\ldots \end{matrix} \right\| = o.$$

Da die Operation D distributiver Natur ist, so ist leicht einzusehen, was entstehen wird, wenn die Monome $abcd\ldots, efgh\ldots$ durch Polynome n^{ten} Grades ersetzt werden. Wenn M, N zwei solche Polynome bezeichnen, so wollen wir fortan der Kürze wegen

$$(M, N) = \Sigma_{m=o}^{m=n}(-1)^m D^m M\,.\,D^{n-m} N$$

setzen.

b) Wenn D eine ableitende Operation bezeichnet, wo die Differentiale der Variabeln a, b, c, d, e, f in die Constanten a', b', c', d', e', f' umgesetzt werden, so ist

$$(ab, cd, ef) = \begin{vmatrix} ab\,.\,Dab\,.\,D^2ab \\ cd\,.\,Dcd\,.\,D^2cd \\ ef\,.\,Def\,.\,D^2ef \end{vmatrix} = -2\{(cf'-c'f)(eb'-e'b)(ad'-a'd)+(de'-d'e)(fa'-f'a)(bc'-b'c)\},$$

im Ganzen vier identische Formen, von denen die drei übrigen sich durch Permutation beider Factoren je eines der Producte ab, cd, ef ergeben. Durch die Entwickelung beider Seiten dieser Formel wird man sich von ihrer Identität überzeugen.

Da die Operation D distributiver Natur ist, so können die genannten Producte auch durch homogene quadratische Functionen der Variabeln ersetzt werden. Wie dann die Formel sich weiter gestalten wird,

ist leicht abzusehen. Wir werden das abkürzende Zeichen (A, B, C) auch in dieser allgemeinen Bedeutung anwenden.

c) Wenn A, B, C, E homogene Functionen zweiten Grades der ursprünglichen Variabeln bezeichnen, so ist

$$(AB, CE) = 3(A, C) \,.\, (B, E) + 3(A, E) \,.\, (B, C) - 2(A, B) \,.\, (C, E).$$

(Die Bedeutung der hier gebrauchten Zeichen ist wie in Satz (a). Das dortige n richtet sich immer nach dem Grade der Functionen. So ist z. B.

$$(AB, CE) = AB \,.\, \mathrm{D}^4 CE - \mathrm{D} AB \,.\, \mathrm{D}^3 CE + \mathrm{D}^2 AB \,.\, \mathrm{D}^2 CE - \mathrm{D}^3 AB \,.\, \mathrm{D} CE + \mathrm{D}^4 AB \,.\, CE,$$

dagegen

$$(A, B) = A \,.\, \mathrm{D}^2 B - \mathrm{D} A \,.\, \mathrm{D} B + \mathrm{D}^2 A \,.\, B \,.)$$

Man braucht nur links und rechts zu entwickeln, um die Identität beider Seiten dieser Gleichung einzusehen.

d) Wir wollen ferner, wenn A, B, C homogene Functionen vierten Grades bedeuten, der Kürze wegen

$$\{A, B, C\} = 2\Sigma A.\delta^2 B.\delta^4 C - 3\Sigma\delta A.\delta B.\delta^4 C - 2\Sigma A.\delta^3 B.\delta^3 C + \Sigma\delta A.\delta^2 B.\delta^3 C - 2\delta^2 A.\delta^2 B.\delta^2 C$$

setzen, wo die Summenzeichen sich auf die Permutationen der Potenzen des Ableitungs-Symboles δ beziehen. Man wird sich leicht überzeugen, dass

$$\delta(A, B, C) = o$$

ist.

Sind nun a, b, c, d, e, f homogene quadratische Functionen der Variabeln, und werden die Producte ab, cd, ef an die Stelle der vorigen A, B, C gesetzt, so ist

$$\{ab, cd, ef\} = 16(a, b)(c, d)(e, f) - 12\Sigma(a, b)(c, e)(d, f) + 9\Sigma(a, c)(b, e)(d, f).$$

Die erste Summe rechts zählt sechs, die zweite acht Glieder.

Durch Entwickelung wird man sich von der Identität beider Seiten dieser Gleichung überzeugen. Es kommen im Ganzen nur zehn verschiedene Typen von Gliedern vor, nämlich

$$abcd''e''f'' \,,\; ab''cd''ef'' \,,\; abc'd'e''f'' \,,\; ab'cd'e''f'' \,,\; abc'd''e'f'' \,,$$
$$ab'cd''e'f'' \,,\; ab'c'd'e'f'' \,,\; a'b'cd''ef'' \,,\; a'b'c'd'ef'' \,,\; a'b'c'd'e'f' \,,$$

wo der Kürze wegen ein und zwei Accente für die Operationen δ, δ^2 gesetzt sind. Hat man für jeden dieser Typen an einem einzigen Gliede die Uebereinstimmung beider Seiten verificirt, so ist die Richtigkeit der Gleichung schon bewiesen.

Aus der allgemeinen Formel ergeben sich die besondern:

$$\{ab, cd, cd\} = 4(a, b)(c, d)^2 - 12(a, b)(c, c)(d, d) + 18(a, c)(b, c)(d, d)$$
$$+ 18(a, d)(b, d)(c, c) - 6(c, d)(a, c)(b, d) - 6(c, d)(a, d)(b, c),$$
$$\{ab, ab, ab\} = -2(a, b)^3 + 18(a, a)(b, b)(a, b).$$

§. 21. Wir wollen nun diese Hülfssätze auf die Entwickelung der Ausdrücke Q und R in §. 19 anwenden. Setzen wir

$$ad - bc = q \,,\; ah + de - bg - cf = r \,,\; eh - fg = s \,,$$

so ist

$$8 = 49s - r^2 \,,$$

und wir bekommen, indem wir das in §. 20 (d) eingeführte Zeichen anwenden,

$$Q = \{8, 8, 8\} = 64\{qs, qs, qs\} - 48\{qs, qs, r^2\} + 12\{qs, r^2, r^2\} - \{r^2, r^2, r^2\},$$

und wenn nun der Kürze wegen

$$(q, q) = A, \quad (r, r) = B, \quad (s, s) = C, \quad (r, s) = D, \quad (s, q) = E, \quad (q, r) = F$$

gesetzt wird, so ergibt sich

$$\begin{aligned} \{qs, qs, qs\} &= 18ACE - 2E^3, \\ \{qs, qs, r^2\} &= -12ABC + 4BE^2 + 18AD^2 + 18CF^2 - 12DEF, \\ \{qs, r^2, r^2\} &= 24BDF - 8B^2E, \\ \{r^2, r^2, r^2\} &= 16B^3, \end{aligned}$$

und wenn man diese Werthe im Ausdrucke für Q substituirt, nach einigen Reductionen

$$\tfrac{1}{16}Q = 54 \begin{vmatrix} A \,.\, F \,.\, E \\ F \,.\, B \,.\, D \\ E \,.\, D \,.\, C \end{vmatrix} + 18(4E - B)(AC - DF + BE - E^2) + (4E - B)^3.$$

Bezeichnet jetzt δ die ableitende Operation der vierten Schichte, wo die Coëfficienten der mit x_4 behafteten Glieder in Φ als Variabeln aufgefasst und ihre Differentiale durch die entsprechenden Coëfficienten der mit y_4 behafteten Glieder ersetzt werden, und schreibt man der Kürze wegen $\delta q = q'$, $\delta^2 q = 2q''$, etc., so ist

$$A = 4qq'' - q'q', \text{ etc.}, \quad D = 2rs'' - r's' + 2r''s, \text{ etc.},$$

und man bekommt

$$\begin{vmatrix} A \,.\, F \,.\, E \\ F \,.\, B \,.\, D \\ E \,.\, D \,.\, C \end{vmatrix} = \left\| \begin{matrix} 2q \,.\, 2r \,.\, 2s \\ -q' \,.\, -r' \,.\, -s' \\ 2q'' \,.\, 2r'' \,.\, 2s'' \end{matrix} \middle| \begin{matrix} q'' \,.\, r'' \,.\, s'' \\ q' \,.\, r' \,.\, s' \\ q \,.\, r \,.\, s \end{matrix} \right\| = 4 \begin{vmatrix} q \,.\, r \,.\, s \\ q' \,.\, r' \,.\, s' \\ q'' \,.\, r'' \,.\, s'' \end{vmatrix}^2 = 4\Delta^2,$$

wo das mittlere Schema die Determinante der Producten-Summen je zweier Vertical-Reihen aus den verschiedenen Hälften bezeichnet; ferner

$$4E - B = r'r' - 4q's' - 4rr'' + 8qs'' + 8q''s = K,$$

$$AC - E^2 - (DF - BE) = \left\| \begin{matrix} 2q \,.\, 2s \\ -q' \,.\, -s' \\ 2q'' \,.\, 2s'' \end{matrix} \middle| \begin{matrix} q'' \,.\, s'' \\ q' \,.\, s' \\ q \,.\, s \end{matrix} \right\| - \left\| \begin{matrix} 2q \,.\, 2r \\ -q' \,.\, -r' \\ 2q'' \,.\, 2r'' \end{matrix} \middle| \begin{matrix} r'' \,.\, s'' \\ r' \,.\, s' \\ r \,.\, s \end{matrix} \right\|$$

$$= -4(r')^2 + 4(q')(s') + 4(r)(r'') - 2(q)(s'') - 2(q'')(s) = -H,$$

wo die reciproken Elemente der Determinante $\Delta = \Sigma \pm qr's''$ durch Einklammerung von den entsprechenden einfachen Elementen unterschieden sind.

Man bemerke, dass die ähnlich gebildeten Ausdrücke H und K sich nicht ändern, wenn man auch im Schema von Δ durch eine Umdrehung um die Diagonale die horizontalen Reihen mit den verticalen vertauscht, d. h. wenn man in Φ die dritte und vierte Schichte mit einander vertauscht. Da q, r, s sich nicht ändern, wenn man die erste und zweite Schichte der Variabeln in Φ vertauscht, so ist klar, dass die Functionen Δ, H, K sich nicht ändern, sowohl wenn man die erste Schichte mit der zweiten, als auch wenn man die dritte mit der vierten vertauscht. Wir haben nun

$$\tfrac{1}{16}Q = 216\Delta^2 - 18HK + K^3.$$

Gehen wir jetzt an die Berechnung der Function R, so haben wir zuerst

$$R = (s, s) = 16(qs, qs) - 8(qs, r^2) + (r^2, r^2),$$

und wenn wir die Formel §. 20 (c) anwenden,

$$(qs, qs) = 3AC + E^2\,,\ (qs, r^2) = 6DF - 2BE\,,\ (r^2, r^2) = 4B^2\,,$$

also

$$\tfrac{1}{4}R = 12AC + 4E^2 - 12DF + 4BE + B^2 = 12(AC - E^2 - DF + BE) + (4E - B)^2 = K^2 - 12H.$$

Substituiren wir endlich die für Q und R gefundenen Werthe in dem zu Ende von §. 19 gegebenen Ausdrucke für U, so bekommen wir

$$\tfrac{1}{256}U = (216\Delta^2 - 18HK + K^3)^2 - (K^2 - 12H)^3\,;$$

in der Entwickelung fallen die Glieder in K^6 und K^4H weg.

§. 22. Wir trachten die Resultante U bloss durch solche Functionen der ursprünglichen Elemente auszudrücken, welche sich nicht ändern, wenn man irgend zwei Schichten mit einander vertauscht. Um zu diesem Ziele zu gelangen, wenden wir jetzt den Satz §. 20 (b) auf die Function Δ an. Wir haben

$$\begin{aligned}\Delta = \tfrac{1}{2}(q, r, s) &= \tfrac{1}{2}(ad - bc,\ ah + de - bg - cf,\ eh - fg)\\ &= \tfrac{1}{2}\{(ad, ah, eh) - (ad, ah, fg) + (ad, de, eh) - (ad, de, fg)\\ &\quad - (ad, bg, eh) + (ad, bg, fg) - (ad, cf, eh) + (ad, cf, fg)\\ &\quad - (bc, ah, eh) + (bc, ah, fg) - (bc, de, eh) + (bc, de, fg)\\ &\quad + (bc, bg, eh) - (bc, bg, fg) + (bc, cf, eh) - (bc, cf, fg)\}.\end{aligned}$$

Dieses Aggregat zerfällt in drei Gruppen, welche durch die Glieder

(I) $\quad -\tfrac{1}{2}(ah, ad, eh)$, (II) $\quad -\tfrac{1}{2}(ah, bc, fg)$, (III) $\quad \tfrac{1}{2}(ah, ad, fg)$

repräsentirt sind. Jede der beiden ersten Gruppen zählt vier Glieder, welche sich durch die mit einem Zeichenwechsel begleitete Vertauschung der beiden Variabeln x, y je einer der drei ersten Schichten ergeben. Die dritte Gruppe zählt acht Glieder, von denen sich aus dem hingesetzten drei fernere durch einmalige, drei durch doppelte und das letzte durch dreifache Vertauschung ergeben.

Wenden wir nun den genannten Satz (b) auf die typischen Glieder der drei Gruppen an, so haben wir für die erste Gruppe:

$$-\tfrac{1}{2}(ah, ad, eh) = (ah)(ae)(dh)\,, \qquad \text{(I)}$$

wo abkürzend $(ah) = a\partial h - h\partial a = ap - hi$, etc. gesetzt ist. Für die zweite Gruppe ist nach einer der vier Formeln

$$-\tfrac{1}{2}(ah, bc, fg) = (bg)(fh)(ac) + (cf)(ag)(bh)\,,$$

oder, da

$$(ag)(bh) + (ab)(hg) + (ah)(gb) = o$$

ist, auch

$$-\tfrac{1}{2}(ah, bc, fg) = (ah)(bg)(cf) + (ac)(fh)(bg) + (ab)(gh)(cf). \qquad \text{(II)}$$

Für die dritte Gruppe endlich ist

$$\tfrac{1}{2}(ah, ad, fg) = -(af)(ag)(dh). \qquad \text{(III)}$$

Nehmen wir nun Alles zusammen, so bekommen wir

$$\Delta = (de)(fc)(gb) + (ah)(fc)(gb) + (ah)(de)(gb) + (ah)(de)(fc)$$

$$-(ab)(gh)\{(de)+(fc)\}-(ac)(fh)\{(de)+(gb)\}+(ae)(dh)\{(ah)+(de)\}$$
$$-(cd)(ef)\{(ah)+(gb)\}-(bd)(eg)\{(ah)+(fc)\}+(bf)(cg)\{(fc)+(gb)\}$$
$$-(ae)(df)(dg)-(dh)(af)(ag)-(fb)(ga)(gd)-(gc)(fa)(fd)$$
$$+(hd)(ec)(eb)+(ea)(hc)(hb)+(cg)(bh)(be)+(bf)(ch)(ce).$$

Wir wissen schon, dass dieser Ausdruck sich nicht ändert, wenn man die erste und zweite Schichte, oder wenn man die dritte und vierte mit einander vertauscht. Bezeichnen wir nun die Ausdrücke, welche sich ergeben, wenn man die erste und dritte, und wenn man die zweite und dritte Schichte mit einander vertauscht, resp. mit $\Delta_{,}$ und $\Delta_{,,}$, so ist

$$\Delta_{,}=(de)(fc)(gb)+(ah)(fc)(gb)+(ah)(de)(gb)+(ah)(de)(fc)$$
$$-(ae)(dh)\{(gb)+(fc)\}-(ac)(fh)\{(gb)+(de)\}+(ab)(gh)\{(ah)+(gb)\}$$
$$-(cg)(bf)\{(ah)+(de)\}-(eg)(bd)\{(ah)+(fc)\}+(ef)(cd)\{(fc)+(de)\}$$
$$-(ab)(gf)(gd)-(gh)(af)(ad)-(fe)(da)(dg)-(dc)(fa)(fg)$$
$$+(hg)(bc)(be)+(ba)(hc)(he)+(cd)(eh)(eb)+(ef)(ch)(cb),$$

$$\Delta_{,,}=(de)(fc)(gb)+(ah)(fc)(gb)+(ah)(de)(gb)+(ah)(de)(fc)$$
$$-(ab)(gh)\{(fc)+(de)\}-(ae)(dh)\{(fc)+(gb)\}+(ac)(fh)\{(ah)+(fc)\}$$
$$-(ef)(cd)\{(ah)+(gb)\}-(bf)(cg)\{(ah)+(de)\}+(bd)(eg)\{(de)+(gb)\}$$
$$-(ac)(fd)(fg)-(fh)(ad)(ag)-(db)(ga)(gf)-(ge)(da)(df)$$
$$+(hf)(ce)(cb)+(ca)(he)(hb)+(eg)(bh)(bc)+(bd)(eh)(ec).$$

§. 23. Die Summe dieser drei Ausdrücke, $W=\Delta+\Delta_{,}+\Delta_{,,}$, ist nach Cayley's Benennung eine vollständige Hyperdeterminante, eine symmetrische Function der Coëfficienten von Φ sowohl in Beziehung auf alle vier Schichten, als auch auf die beiden Variabeln x, y einer jeden Schichte. Diese Function W ist dasselbe, was Cayley auf S. 16 der angeführten Abhandlung mit

$$\mathfrak{C}+\mathfrak{D}-3\mathfrak{E}-\mathfrak{F}+2B+3\mathfrak{H}$$

bezeichnet. Um unsere Formeln an diejenigen Cayley's anknüpfen zu können, müssen wir einen Augenblick auf die dort gegebene kunstreiche und bewundernswerthe Construction von zwei vollständigen Hyperdeterminanten sechsten Grades der sechzehn Coëfficienten eines vierschichtig linearen Polynoms mit je zwei Variabeln näher eingehen. Wir haben von Anfang an die Coëfficienten mit denselben Buchstaben bezeichnet wie dort, und nur die acht Variabeln anders benennt. Während nämlich Cayley die Schichten durch Buchstaben (x, y, z, w) und die zusammen gehörigen Variabeln durch Zeiger (1, 2) unterscheidet, haben wir umgekehrt die Schichten durch die Zeiger 1, 2, 3, 4 und die Variabeln eines jeden Paares durch die Buchstaben x, y unterschieden. Es wird daher sogleich klar sein, wie es gemeint ist, wenn Cayley

$$a=(1111)\ ,\ b=(2111)\ ,\ c=(1211)\ ,\ .\ .\ .\ p=(2222)$$

setzt. Nun sollen nach Cayley in dem Schema

1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1
2	2	2	2
2	2	2	2
2	2	2	2

welches in dieser Anordnung das Product $a^3 p^3$ bedeutet, die Elemente jeder Verticalzeile auf alle möglichen Arten permutirt werden, und jede Vertauschung von bloss zwei verschiedenen Elementen mit einem Wechsel des Vorzeichens des durch das Schema bezeichneten Productes begleitet sein. Da die Ordnung der Horizontalzeilen gleichgültig ist, so braucht man die Ziffer einer Verticalzeile, z. B. der letzten, nicht zu permutiren. Die so erhaltenen Producte werden nun in Aggregate gesondert, deren Glieder nur theils durch Vertauschung der Schichten (resp. Verticalzeilen) ohne Zeichenwechsel, theils durch die mit einem Zeichenwechsel begleitete Vertauschung der beiden Variabeln einer einzelnen Schichte (alle 1 und 2 einer Verticalzeile werden auf einmal resp. in 2, 1 umgewandelt) aus einander hervorgehen. Man erhält so folgende acht Aggregate:

$\mathfrak{A} = \Sigma a^3 p^3$,	8	Glieder,	$\mathfrak{E} = \Sigma - bocnel$,	8	Glieder.
$\mathfrak{B} = \Sigma - a^2 p^2 bo$,	32	„	$\mathfrak{F} = \Sigma ap^2 bgi$,	96	„
$\mathfrak{C} = \Sigma a^2 p^2 dm$,	24	„	$\mathfrak{G} = \Sigma apcfjo$,	96	„
$\mathfrak{D} = \Sigma apbocn$,	48	„	$\mathfrak{H} = \Sigma p^2 bcei$,	16	„

Die gesuchten Hyperdeterminanten werden nun solche homogene lineare Polynome dieser symmetrischen Aggregate sein, welche unter Anderem der Bedingung

$$\delta = i\frac{d}{da} + j\frac{d}{db} + k\frac{d}{dc} + \ldots + p\frac{d}{dh} = o$$

genügen müssen. Wenn nun die folgenden Summen sich nur auf die drei ersten Schritte von a nach b, c, e, nicht auf den vierten nach i erstrecken, so ist

$$\begin{aligned}
\mathfrak{A} &= \Sigma(a^3 p^3 - h^3 i^3), \\
\mathfrak{B} &= \Sigma ap \,.\, \Sigma h^2 i^2 - \Sigma hi \,.\, \Sigma a^2 p^2, \\
\mathfrak{C} &= \Sigma a^2 p^2 (dm + fk + gj) - \Sigma h^2 i^2 (el + cn + bo), \\
\mathfrak{D} &= \Sigma ap \,.\, \Sigma hiel - \Sigma hi \,.\, \Sigma apdm, \\
\mathfrak{E} &= \Sigma dmfkgj - \Sigma elcnbo.
\end{aligned}$$

Aus diesen Formeln folgt

$$\begin{aligned}
\mathfrak{A} + 3\mathfrak{C} + 6\mathfrak{E} &= (\Sigma ap)^3 - (\Sigma hi)^3, \\
\mathfrak{B} + 2\mathfrak{D} &= \Sigma ap \,.\, (\Sigma hi)^2 - \Sigma hi \,.\, (\Sigma ap)^2,
\end{aligned}$$

also

$$\mathfrak{A} + 3\mathfrak{B} + 3\mathfrak{C} + 6\mathfrak{D} + 6\mathfrak{E} = \big(\Sigma(ap - hi)\big)^3 = S^3,$$

wenn wir fortan

$$ap - hi + dm - el + fk - cn + gj - bo = S$$

setzen. Man sieht schon aus der Form dieses Polynoms, dass es der Bedingung $\delta = o$ genügt.

Gebrauchen wir folgende einander gleichsam entgegengesetzte Operationszeichen

$$\begin{aligned}
\mathrm{D} &= i\frac{d}{da} + j\frac{d}{db} + k\frac{d}{dc} + l\frac{d}{dd} + m\frac{d}{de} + n\frac{d}{df} + o\frac{d}{dg} + p\frac{d}{dh}, \\
\delta &= a\frac{d}{di} + b\frac{d}{dj} + c\frac{d}{dk} + d\frac{d}{dl} + e\frac{d}{dm} + f\frac{d}{dn} + g\frac{d}{do} + h\frac{d}{dp},
\end{aligned}$$

so ist

$$\begin{aligned}
\mathfrak{F} = {} & \tfrac{1}{2}\delta\Sigma ap \times \mathrm{D}\Sigma(a^2p^2 - h^2i^2) + \tfrac{1}{2}\mathrm{D}\Sigma ap \times \delta\Sigma(a^2p^2 - h^2i^2) - 2\Sigma aphi(ap - ih) \\
& + \Sigma\{ap^2 \,.\, \mathrm{D}bce - i^2h \,.\, \mathrm{D}dfg + a^2p \,.\, \delta lno - ih^2 \,.\, \delta jkm\},
\end{aligned}$$

$$\mathfrak{G} = \Sigma ip \,.\, \Sigma ah \,.\, \Sigma(ap - hi) - \Sigma ah \,.\, \Sigma ip(ap - hi) - \Sigma ip \,.\, \Sigma ah(ap - hi)$$
$$- \Sigma aphi \,.\, \Sigma(ap - hi) + 2\Sigma aphi(ap - hi)$$
$$+ \Sigma\{ ip(a \,.\, \mathrm{D} dfg - h \,.\, \mathrm{D} bce) + ah(p \,.\, \delta jkm - i \,.\, \delta lno)\},$$
$$\mathfrak{H} = \Sigma\{ah(a \,.\, lno - h \,.\, jkm) + ip(p \,.\, bce - i \,.\, dfg)\}.$$

Hierbei ist zu bemerken, dass

$$\mathrm{D}^2 bce = 2\delta jkm \;,\; \mathrm{D}^2 dfg = 2\delta lno \;,\; \mathrm{D}\delta jkm = 3jkm \;,\; \mathrm{D}\delta lno = 3lno$$

ist. Sind die drei letzten Aggregate unter diese Formen gebracht, so findet man bald, dass

$$\mathrm{D}(\mathfrak{F} - 2\mathfrak{G} - 3\mathfrak{H}) = \mathrm{D}(\mathfrak{C} + \mathfrak{D} - 3\mathfrak{E}).$$

Der Ausdruck

$$W = \mathfrak{C} + \mathfrak{D} - 3\mathfrak{E} - \mathfrak{F} + 2\mathfrak{G} + 3\mathfrak{H}$$

genügt also allen Bedingungs-Gleichungen von der Form $\mathrm{D} = o$ und ist daher eine vollständige Hyperdeterminante. Man bringt denselben nun leicht unter folgende Form:

$$W = -\tfrac{1}{2}\Sigma(a, h)(de, de) - \tfrac{1}{2}\Sigma(a, h)(ah, de) + \tfrac{1}{2}\Sigma(a, h)(de, cf) + \tfrac{1}{2}\Sigma\{(bce, ah^2) - (dfg, a^2h)\},$$

wo überhaupt

$$(M, N) = \Sigma_{m=o}^{m=n}(-1)^m \mathrm{D}^m M . \mathrm{D}^{n-m} N$$

gesetzt wurde, wenn M, N homogene Functionen n^{ten} Grades der Variabeln a, b, c, d, e, f, g, h bezeichnen. Diese Form zeigt unmittelbar, dass die Bedingung $\mathrm{D}W = o$ erfüllt ist. Wenn man hier nach §. 20 (a) entwickelt, so wird man die Formel

$$W = \Delta + \Delta_{,} + \Delta_{,,}$$

richtig finden.

§. 24. Wenn Δ in $\Delta_{,}$, $\Delta_{,,}$ übergeht, so mögen auch H, K in $H_{,}$, $K_{,}$, $H_{,,}$, $K_{,,}$ übergehen. Wir haben nun die Beziehungen dieser Functionen unter sich und zu vollständigen Hyperdeterminanten zu erörtern.

Es war oben

$$K = 4(q, s) - (r, r).$$

Aber

$$(q, s) = (ad, eh) - (ad, fg) - (bc, eh) + (bc, fg)$$
$$= (ah)(de) + (gb)(fc) + (af)(gd) + (ag)(fd) + (eb)(ch) + (ec)(bh) + (ae)(dh) + (bf)(cg),$$
$$(r, r) = -(ah)^2 - (de)^2 - (gb)^2 - (fc)^2 + 2(ah)(de) + 2(gb)(fc) - 4(ae)(dh) - 4(bf)(cg)$$
$$- 2(ah)(gb) - 2(ah)(fc) - 2(de)(gb) - 2(de)(fc) + 4(ab)(gh) + 4(ac)(fh)$$
$$+ 4(bd)(eg) + 4(cd)(ef);$$

also wenn, wie oben,

$$S = (ah) + (de) + (gb) + (fc)$$

gesetzt wird,

$$K = S^2 + 8(ae)(dh) + 8(bf)(cg) + 4(af)(gd) + 4(ag)(fd) + 4(be)(hc) + 4(bh)(ec) - 4(ab)(gh)$$
$$- 4(cd)(ef) - 4(ac)(fh) - 4(bd)(eg).$$

Setzt man jetzt

$$J = (ab)(gh) + (dc)(fe) - (ac)(fh) - (db)(ge) + (he)(cb) + (ad)(fg),$$
$$J_{,} = (ac)(fh) + (db)(ge) - (ae)(dh) - (fb)(gc) + (hb)(ec) + (ag)(df),$$
$$J_{,,} = (ae)(dh) + (fb)(gc) - (ab)(gh) - (dc)(fe) + (hc)(be) + (af)(gd),$$

so bestehen die Relationen

$$J+J_{,}+J_{,,}=o\,,$$

$$K=S^2-4(J_{,}-J_{,,})\ ,\quad K_{,}=S^2-4(J_{,,}-J)\ ,\quad K_{,,}=S^2-4(J-J_{,})\,,$$

$$\Delta_{,}-\Delta_{,,}=SJ\ ,\quad \Delta_{,,}-\Delta=SJ_{,}\ ,\quad \Delta-\Delta_{,}=SJ_{,,}.$$

Da nun $W=\Delta+\Delta_{,}+\Delta_{,,}$ ist, so folgt hieraus

$$3\Delta=W-S(J_{,}-J_{,,})\,,\ \text{etc.}$$

Man hat auch $K_{,}-K_{,,}=12\,J$, etc. — Man überzeugt sich leicht, dass die Function ϑ der Elemente a, b, c, d, e, f, g, h als Resultante eines dreischichtig linearen Polynoms sich nicht ändert, wie man auch die drei ersten Schichten permutiren mag. Das Gleiche gilt also auch von $Q=\{\vartheta,\ \vartheta,\ \vartheta\}$ und $R=(\vartheta,\ \vartheta)$. Oben haben wir aber auch gesehen, dass diese Functionen sich nicht ändern, wenn man die dritte und vierte Schichte mit einander vertauscht. Folglich bleiben sie ungeändert, wie man auch alle vier Schichten permutiren mag. Da sie nun auch der Bedingung $\mathrm{D}=o$ genügen, so sind sie vollständige Hyperdeterminanten. — Wir haben nun

$$\tfrac{1}{4}R=K^2-12\,H=S^4-8\,S^2(J_{,}-J_{,,})+16\,(J_{,}-J_{,,})^2-12\,H\,,$$

und ebenso mit fortschreitenden Accenten. Zieht man zwei Formen von einander ab, so ergibt sich

$$H_{,}-H_{,,}=2\,S^2J+4\,J(J_{,}-J_{,,})=2\,S\Delta_{,}-4\,J_{,,}J-(2\,S\Delta_{,,}-4\,JJ_{,}).$$

Wenn man also

$$H=2\,S\Delta-4\,J_{,}J_{,,}+T$$

setzt, so wird T durch eine Permutation der vier Schichten nicht geändert. Dann ist

$$3\,H=2\,SW-2\,S^3(J_{,}-J_{,,})-12\,J_{,}J_{,,}+3\,T\,,$$

$$\begin{aligned}\tfrac{1}{16}\,Q&=24\,[W-S(J_{,}-J_{,,})]^2-6\left(S^2-4\,(J_{,}-J_{,,})\right)\left(2\,SW-2\,S^2(J_{,}-J_{,,})-12\,J_{,}J_{,,}+3\,T\right)\\&\quad+\left(S^2-4\,(J_{,}-J_{,,})\right)^3\\&=24\,W^2-12\,WS^3+S^6+12\,S^2(J^2+J_{,}^2+J_{,,}^2)+32\,(J_{,}-J_{,,})(J_{,,}-J)(J-J_{,})-18\,S^2\,T\\&\quad+72\,T(J_{,}-J_{,,}).\end{aligned}$$

Da hier mit Ausnahme des letzten Gliedes alles symmetrisch ist, so muss $T=o$ sein. Also ist

$$H=2\,S\Delta-4\,J_{,}J_{,,}\,,$$

$$\tfrac{1}{4}R=-8\,SW+S^4+8\,(J^2+J_{,}^2+J_{,,}^2).$$

Wenn wir daher ausser den zwei vollständigen Hyperdeterminanten S und W noch die zwei folgenden

$$\Sigma=J^2+J_{,}^2+J_{,,}^2\quad,\quad \Pi=(J_{,}-J_{,,})(J_{,,}-J)(J-J_{,})$$

in Rechnung bringen, so haben wir

$$\tfrac{1}{16}\,Q=24\,W^2-12\,S^3W+S^6+12\,S^2\Sigma+32\,\Pi\,,$$

$$\tfrac{1}{4}\,R=-8\,SW+S^4+8\,\Sigma\,,$$

und wenn wir dieses im Ausdrucke für die Resultante von Φ substituiren,

$$\begin{aligned}\tfrac{1}{4096}\,U=36\,W^4-4\,S^3\,W^3+12\,W^2(8\,\Pi-5\,S^2\Sigma)+6\,SW(S^4\,\Sigma-8\,S^2\Pi+16\,\Sigma^2)+4\,S^6\Pi-3\,S^4\,\Sigma^2\\+48\,S^2\,\Sigma\Pi-32\,\Sigma^3+64\,\Pi^2\,,\end{aligned}$$

wo

$$\Sigma^3-2\,\Pi^2=54\,J^2J_{,}^2J_{,,}^2$$

ist. Hiemit ist die Resultante U in Function der vier Hyperdeterminanten S, W, Σ, Π, welche resp. vom 2., 6., 8. und 12. Grade sind, gegeben. Sie selbst ist vom 24. Grade. An eine Zerlegung in Factoren ist kaum zu glauben. Denn da eine solche in der expliciten Form, wie der Ausdruck vor uns liegt, nicht Statt findet, so könnte eine solche nur vermittelst einer identischen Relation zwischen den vier Functionen S, W, Σ, Π möglich gemacht werden. Aber höchst wahrscheinlich sind alle diese vier Functionen unter sich unabhängig.

§. 25. Im symmetrischen Falle ist freilich $J = J_{,} = J_{,,} = o$, also $\Sigma = o$, $\Pi = o$, und daher

$$U = 16384\, W^3 (9\, W - S^3),$$

aber nur $9\, W - S^3$ die uns schon aus §. 17, (II), bekannte Resultante eines biquadratischen Polynoms mit zwei Variabeln. Aber auch der zum Cubus erhobene Factor hat seine gute Bedeutung. Halten wir nämlich auch in diesem symmetrischen Falle immer noch die vier Gruppen von je zwei Variabeln aus einander, und setzen

$$\begin{aligned}\Phi = a x_1 x_2 x_3 x_4 &+ b (y_1 x_2 x_3 x_4 + x_1 y_2 x_3 x_4 + x_1 x_2 y_3 x_4 + x_1 x_2 x_3 y_4) \\ &+ c (y_1 y_2 x_3 x_4 + y_1 x_2 y_3 x_4 + y_1 x_2 x_3 y_4 + x_1 y_2 y_3 x_4 + x_1 y_2 x_3 y_4 + x_1 x_2 y_3 y_4) \\ &+ d (y_1 y_2 y_3 x_4 + y_1 y_2 x_3 y_4 + y_1 x_2 y_3 y_4 + x_1 y_2 y_3 y_4) + e y_1 y_2 y_3 y_4,\end{aligned}$$

so ist

$$\Delta = \Delta_{,} = \Delta_{,,} = \begin{vmatrix} a . b . c \\ b . c . d \\ c . d . e \end{vmatrix}^2, \quad S = ae - 4bd + 3c^2,$$

also mit Weglassung des numerischen Factors

$$U = \begin{vmatrix} a . b . c \\ b . c . d \\ c . d . e \end{vmatrix}^6 \left\{ 27 \begin{vmatrix} a . b . c \\ b . c . d \\ c . d . e \end{vmatrix}^2 - (ae - 4bd + 3c^2)^3 \right\} = \theta^6 t.$$

Verschwindet die Resultante U, so ist

$$x_1 x_2 x_3 x_4 : \Sigma y_1 x_2 x_3 x_4 : \Sigma y_1 y_2 x_3 x_4 : \Sigma y_1 y_2 y_3 x_4 : y_1 y_2 y_3 y_4 = \frac{dU}{da} : \frac{dU}{db} : \frac{dU}{dc} : \frac{dU}{dd} : \frac{dU}{de}.$$

Also sind die vier Verhältnisse $x_1 : y_1$, $x_2 : y_2$, $x_3 : y_3$, $x_4 : y_4$ die Wurzeln der Gleichung

$$\frac{dU}{de} x^4 - \frac{dU}{dd} x^3 + \frac{dU}{dc} x^2 - \frac{dU}{db} x + \frac{dU}{da} = o. \quad \text{(a)}$$

Nehmen wir nun, um die Resultante U verschwinden zu lassen, $t = o$ an, so verwandelt sich die letzte Gleichung in

$$\theta^6 \left(\frac{dt}{de} x^4 - \frac{dt}{dd} x^3 + \frac{dt}{dc} x^2 - \frac{dt}{db} x + \frac{dt}{da} \right) = o.$$

Da uns aber t schon als Resultante des biquadratischen Polynoms in x, y bekannt ist (§. 17, II), so wissen wir auch, dass für $t = o$ die Grössen $\frac{dt}{da}$, $\frac{1}{4}\frac{dt}{db}$, $\frac{1}{6}\frac{dt}{dc}$, $\frac{1}{4}\frac{dt}{dd}$, $\frac{dt}{de}$ eine geometrische Reihe bilden, und schliessen hieraus, dass die vorliegende Gleichung lauter gleiche Wurzeln hat. Also ist $x_1 : y_1 = x_2 : y_2 = x_3 : y_3 = x_4 : y_4$. D. h. diese Lösung stimmt mit dem bekannten Fall des biquadratischen Polynoms überein. Nehmen wir dagegen $\theta = o$ an, so reducirt sich jene Gleichung (a) auf

$$\frac{d\theta}{de} x^4 - \frac{d\theta}{dd} x^3 + \frac{d\theta}{dc} x^2 - \frac{d\theta}{db} x + \frac{d\theta}{da} = o.$$

Dann gibt es aber auch immer zwei Grössen h, k, welche den drei Gleichungen $a+bh+ck=o$, $b+ch+dk=o$, $c+dh+ek=o$ zugleich genügen, und wenn wir diese Gleichungen so darstellen:

$$\begin{aligned} a+bh+ck &= o, \\ bh+ch^2+dhk &= o, \\ ck+dhk+ek^2 &= o, \end{aligned}$$

so sehen wir leicht, dass

$$\frac{d\theta}{da} : \frac{d\theta}{db} : \frac{d\theta}{dc} : \frac{d\theta}{dd} : \frac{d\theta}{de} = 1 : 2h : (2k+h^2) : 2hk : k^2$$

ist. Die Gleichung in x wird also

$$(kx^2 - hx + 1)^2 = o.$$

Bezeichnen wir die Wurzeln der Gleichung $kx^2 - hx + 1 = o$ mit $\frac{1}{\alpha}$, $\frac{1}{\beta}$, so ist $\alpha+\beta = h$, $\alpha\beta = k$, und wir haben

$$y_1 = \alpha x_1,\ y_2 = \alpha x_2,\ y_3 = \beta x_3,\ y_4 = \beta x_4.$$

Die Gleichungen $\dfrac{d\Phi}{dx_1} = o$, $\dfrac{d\Phi}{dy_1} = o$ werden

$$\begin{aligned} a + b(\alpha+\beta+\beta) + c(\alpha\beta+\alpha\beta+\beta^2) + d\alpha\beta^2 &= o, \\ b + c(\alpha+\beta+\beta) + d(\alpha\beta+\alpha\beta+\beta^2) + e\alpha\beta^2 &= o, \end{aligned}$$

oder

$$\begin{aligned} a+bh+ck+(b+ch+dk)\beta &= o, \\ b+ch+dk+(c+dh+ek)\beta &= o. \end{aligned}$$

Die Gleichungen $\frac{d\Phi}{dx_3} = o$, $\frac{d\Phi}{dy_3} = o$ ergeben sich aus diesen durch Vertauschung von α und β. Man sieht nun leicht, dass auch für $\theta = o$ alle acht abgeleiteten Gleichungen des Polynoms Φ erfüllt sind. Hierher gehören aber sechs Lösungen, weil die Elemente $\alpha, \alpha, \beta, \beta$ sich auf so viele Arten permutiren lassen. Daher muss der Factor θ in der Resultante sechsmal vorkommen. Also ist diese $\theta^6 t$, und nicht bloss t, wie Cayley annimmt. Die Resultante U ist also selbst in diesem speciellsten Falle wesentlich vom 24. Grade. Im allgemeinen Falle, wo alle 16 Elemente unter sich unabhängig sind, ist daher gar kein fremder Factor von U zu suchen.

Wir wollen die Voraussetzung $x_1 : y_1 = x_2 : y_2$, $x_3 : y_3 = x_4 : y_4$ noch a priori zu behandeln suchen und setzen daher

$$\Phi = (ax^2+2bxy+cy^2)x'^2 + 2(bx^2+2cxy+dy^2)x'y' + (cx^2+2dxy+ey^2)y'^2.$$

Die acht abgeleiteten Gleichungen des allgemeinen Falles reduciren sich dann auf vier:

$$\frac{d\Phi}{dx} = o,\ \frac{d\Phi}{dy} = o,\ \frac{d\Phi}{dx'} = o,\ \frac{d\Phi}{dy'} = o.$$

Nehmen wir zuerst nur die zwei letzten von diesen, so ist ihre Resultante:

$$V = (ax^2+2bxy+cy^2)(cx^2+2dxy+ey^2) - (bx^2+2cxy+dy^2)^2,$$

und wenn wir abkürzend

$$\theta = \begin{vmatrix} a.b.c \\ b.c.d \\ c.d.e \end{vmatrix}, \text{ die reciproken Elemente } \begin{matrix} \alpha.\beta.\gamma, & \varsigma - 4\gamma = 3\rho \\ \beta.\varsigma.\delta & \\ \gamma.\delta.\varepsilon & \end{matrix}$$

setzen, so haben wir

$$V = \varepsilon x^4 - 2\delta x^3 y + (2\gamma + \varsigma) x^2 y^2 - 2\beta x y^3 + \alpha y^4,$$

und die zwei ersten Gleichungen des ursprünglichen Systemes verwandeln sich in

$$\frac{dV}{dx} = o, \quad \frac{dV}{dy} = o.$$

Da $2\gamma + \varsigma = 6\gamma + 3\rho = {}^3/_2 (\varsigma - \rho)$ ist, so wird die Resultante des Polynoms V nach der bekannten Formel

$$\begin{vmatrix} \varepsilon \,. & -{}^1/_2\delta \,. & \gamma + {}^1/_2\rho \\ -{}^1/_2\delta \,. & {}^1/_4(\varsigma - \rho) \,. & -{}^1/_2\beta \\ \gamma + {}^1/_2\rho \,. & -{}^1/_2\beta \,. & \alpha \end{vmatrix}^2 - \{{}^1/_3(\alpha\varepsilon - \beta\delta) + (\gamma + {}^1/_2\rho)^2\}^3,$$

und wenn wir in der Determinante dritten Grades die mittlere Horizontalzeile und die mittlere Verticalzeile mit -2, also den ganzen Ausdruck mit 16 multipliciren, und, die Gleichungen $\alpha\varepsilon - \gamma^2 = \theta c$, $\beta\delta - \gamma\varsigma = \theta c$ beachtend, $\alpha\varepsilon - \beta\delta = \gamma(\gamma - \varsigma) = -3\gamma(\gamma + \rho)$ setzen,

$$\begin{vmatrix} \varepsilon & . & \delta & . & \gamma + {}^1/_2\rho \\ \delta & . & \varsigma - \rho & . & \beta \\ \gamma + {}^1/_2\rho & . & \beta & . & \alpha \end{vmatrix}^2 - {}^1/_4\rho^6 = (\theta^2 - {}^1/_2\rho^3)^2 - {}^1/_4\rho^6 = \theta^2(\theta^2 - \rho^3).$$

Der Factor $\theta^2 - \rho^3$ ist die bekannte Resultante des Polynoms $a x^4 + 4 b x^3 y + 6 c x^2 y^2 + 4 d x y^3 + e y^4$ und würde, gleich Null gesetzt, $x : y = x' : y'$ geben. Wenn wir diese Lösung nicht wollen, so verlangen wir, dass die zwei gleichen Wurzeln der Gleichung $V(x, y) = o$ nicht mit den zwei gleichen Wurzeln der Gleichung $V(x', y') = o$, die wir, mit den Gleichungen $\frac{d\Phi}{dx} = o$, $\frac{d\Phi}{dy} = o$ anfangend, erhalten hätten, zusammenfallen, d. h., wir verlangen, dass das Polynom V zwei Paare gleicher linearer Factoren habe, oder dass das System $\frac{dV}{dx} = o$, $\frac{dV}{dy} = o$ nicht nur eine, sondern zwei verschiedene Lösungen gestatte. Daher darf nicht nur seine Resultante, sondern es müssen auch die Differential-Coëfficienten dieser Resultante $\theta^2(\theta^2 - \rho^3)$ verschwinden. Dies erreichen wir, wenn wir $\theta = o$ setzen. Die ferneren Schlüsse sind wie oben.

§. 26. Identificiren wir nur die Coëfficienten der drei ersten Schichten, indem wir

$$b = c = e, \quad j = k = m,$$
$$d = f = g, \quad l = n = o$$

setzen, so wird $\Delta = \Delta_{\prime} = \Delta_{\prime\prime}$, also $J = J_{\prime} = J_{\prime\prime} = o$, $\Sigma = o$, $\Pi = o$, und wir bekommen mit Weglassung des numerischen Factors

$$U = W^3(gW - S^3).$$

Da jetzt ${}^1/_3 W = \Delta$ durch keine Permutation der vier Schichten geändert wird, so dürfen wir in seinem Ausdruck

$$\begin{vmatrix} q & . & r & . & s \\ q' & . & r' & . & s' \\ q'' & . & r'' & . & s'' \end{vmatrix}$$

die zwei letzten Schichten mit den zwei ersten vertauschen, wodurch derselbe die Gestalt

$$\begin{vmatrix} (ae) & . & (af) + (be) & . & (bf) \\ (ag) + (ce) & . & (ah) + (cf) + (bg) + (de) & . & (bh) + (df) \\ (cg) & . & (ch) + (dg) & . & (dh) \end{vmatrix}$$

erhält, wo $(ae) = am - ei$, etc. gesetzt wurde. Aendern wir nun die Bezeichnung der Coëfficienten nach folgendem Schema

$$\begin{array}{c|c} a & a \\ b=c=e & b \\ d=f=g & c \\ h & d \end{array} \qquad \begin{array}{c|c} i & a' \\ j=k=m & b' \\ l=n=o & c' \\ p & d' \end{array}$$

und setzen z. B. $(ab) = ab' - a'b$, so wird

$$W = 3 \begin{vmatrix} (ab) \,. & (ac) & .\,(bc) \\ (ac) \,. & (ad)+(bc) & .\,(bd) \\ (bc) \,. & (bd) & .\,(cd) \end{vmatrix}, \quad S = (ad) - 3(bc).$$

Setzen wir $x_1 : y_1 = x_2 : y_2 = x_3 : y_3$, so wird

$$\Phi = (ax' + a'y')\,x^3 + 3\,(bx' + b'y')\,x^2y + 3\,(cx' + c'y')\,xy^2 + (dx' + d'y')\,y^3,$$

und wir haben nur die Resultante der kubischen Gleichungen

$$ax^3 + 3bx^2y + 3cxy^2 + dy^3 = o,$$
$$a'x^3 + 3b'x^2y + 3c'xy^2 + d'y^3 = o$$

zu suchen. Diese ist wirklich $9W - S^3$. Wenn wir also diesen Factor von U gleich Null setzen, so erhalten wir eine Lösung des Systems der abgeleiteten Gleichungen von

$$\Phi = (ax_4 + a'y_4)\,x_1x_2x_3 + (bx_4 + b'y_4)\,(y_1x_2x_3 + x_1y_2x_3 + x_1x_2y_3) + (cx_4 + c'y_4)\,(x_1y_2y_3 + y_1x_2y_3 + y_1y_2x_3) + (dx_4 + d'y_4)\,y_1y_2y_3,$$

worin $x_1 : y_1 = x_2 : y_2 = x_3 : y_3$ ist.

Wir wollen nun auch diejenigen Lösungen untersuchen, welche dem Verschwinden des Factors W entsprechen. Die reciproken Elemente der Determinante $\frac{1}{3}W = \Delta$ seien

$$\begin{array}{ccc} A \,. & F \,. & E \\ F \,. & B \,. & D \\ E \,. & D \,. & C, \end{array}$$

so findet man leicht $B = E$. Wenn aber $\Delta = o$ ist, so sind die reciproken Elemente aller drei Horizontalzeilen proportional. Wenn wir also $F = rA$ setzen, so wird $E = B = r^2A$, und wir erhalten

$$A : F : E : D : C = 1 : r : r^2 : r^3 : r^4.$$

Zugleich ist

$$\frac{d\Delta}{da} : \frac{d\Delta}{db} : \frac{d\Delta}{dc} : \frac{d\Delta}{dd} : \frac{d\Delta}{da'} : \ldots = x_4 \,.\, x_1x_2x_3 : x_4 \Sigma y_1x_2x_3 : x_4 \Sigma x_1y_2y_3 : x_4 \,.\, y_1y_2y_3 : y_4 \,.\, x_1x_2x_3 : \ldots$$

Es ist aber

$$\frac{d\Delta}{da} = b'A + 2c'F + d'B, \qquad \frac{d\Delta}{dc} = -2a'F + b'(2E+B) + d'C,$$
$$\frac{d\Delta}{db} = -a'A + c'(2E+B) + 2d'D, \qquad \frac{d\Delta}{dd} = -a'B - 2b'D - c'C.$$

Die Gleichung, deren drei Wurzeln $y_1 : x_1,\ y_2 : x_2,\ y_3 : x_3$ sind, wird daher

$$(b' + 2c'r + d'r^2)\,t^3 + (a' - 3c'r^2 - 2d'r^3)\,t^2 + (-2a'r - 3b'r^2 + d'r^4)\,t + a'r^2 + 2b'r^3 + c'r^4$$
$$= (t-r)^2\,\{(b' + 2c'r + d'r^2)\,t + a' + 2b'r + c'r^2\} = o.$$

(Der zweite Factor gibt denselben Werth von t, wenn man auch die Accente weglässt.) Diese Gleichung hat zwei gleiche Wurzeln, und da nun drei Elemente, von denen zwei gleich sind, auf drei Arten permutirt werden können, so entsprechen der Gleichung $\Delta = o$ drei Lösungen des Systemes. Daher erscheint in der totalen Resultante U der Factor Δ auf der dritten Potenz. — Das Verhältniss $x_4 : y_4$ ist durch die Gleichung

$$a x_4 + a' y_4 + 2r(b x_4 + b' y_4) + r^2 (c x_4 + c' y_4) = o,$$

oder

$$b x_4 + b' y_4 + 2r(c x_4 + c' y_4) + r^2 (d x_4 + d' y_4) = o$$

bestimmt.

§. 27. Setzen wir endlich in den allgemeinen Formeln $b = c$, $e = i$, $f = g = j = k$, $h = l$, $n = o$, wodurch die Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Schichte, und wiederum zwischen der dritten und vierten, bei den Coëfficienten aufgehoben werden, so wird

$$\begin{aligned}\Phi = & \big(a x_1 x_2 + b(y_1 x_2 + x_1 y_2) + d y_1 y_2\big) x_3 x_4 \\ & + \big(e x_1 x_2 + f(y_1 x_2 + x_1 y_2) + h y_1 y_2\big)(y_3 x_4 + x_3 y_4) \\ & + \big(m x_1 x_2 + n(y_1 x_2 + x_1 y_2) + p y_1 y_2\big) y_3 y_4,\end{aligned}$$

$$S = 2f^2 + ap + dm - 2(bn + eh), \quad J = o,$$

$$\begin{aligned}J_{,} = -J_{,,} = & -f^4 + f^2(ap + dm + 2bn + 2eh) - 2f(ahn + den + pbe + mbh) \\ & - apdm - (bn - eh)^2 + amh^2 + dpe^2 + adn^2 + mpb^2,\end{aligned}$$

$$\Delta + S J_{,} = \Delta_{,} = \Delta_{,,} = \begin{vmatrix} a & . & e & . & m \\ b & . & f & . & n \\ d & . & h & . & p \end{vmatrix}^2 = \theta^2,$$

und endlich, abgesehen von einem numerischen Factor, die Resultante

$$U = \theta^4 \{(54\theta^2 - S^3 - 36 S J_{,})^2 - (S^2 - 12 J_{,})^3\}.$$

Sie zerfällt somit in vier gleiche Factoren dritten und einen zwölften Grades. Der letzte ist offenbar die Resultante des zweischichtig-quadratischen Polynoms

$$(ax^2 + 2bxy + dy^2) x'^2 + 2(ex^2 + 2fxy + hy^2) x'y' + (mx^2 + 2nxy + py^2) y'^2.$$

Ist dagegen der potenzirte Factor $\theta = o$, so wird es vier Grössen $\alpha, \beta; \gamma, \delta$ geben, welche den Gleichungen

$$\begin{array}{l|l} a + b\alpha + d\beta = o, & a + e\gamma + m\delta = o, \\ e + f\alpha + h\beta = o, & b + f\gamma + n\delta = o, \\ m + n\alpha + p\beta = o, & d + h\gamma + p\delta = o \end{array}$$

genügen, und die nach t aufgelösten Gleichungen

$$t^2 - \alpha t + \beta = o, \quad t^2 - \gamma t + \delta = o$$

werden resp. die Verhältnisse

$$\frac{y_1}{x_1}, \ \frac{y_2}{x_2} \ \text{und} \ \frac{y_3}{x_3}, \ \frac{y_4}{x_4}$$

zu Wurzeln haben. Da aber die Wurzeln eines jeden Paares zwei Male permutirt werden können, so entsprechen der Gleichung $\theta = o$ im Ganzen vier Lösungen, wesshalb in der totalen Resultante U der Factor θ auf der vierten Potenz erscheint.

§. 28. Ueber die Classengleichung einer nach Grad freien algebraischen einfach bedingten Totalität.

Eine homogene Gleichung m^{ten} Grades zwischen $n+1$ Variabeln,

$$f(x, y, z, \ldots w) = o, \quad (1)$$

hat mit einer linearen Gleichung

$$\rho = px + qy + \ldots + sw = o \quad (2)$$

im Allgemeinen ∞^{n-2} Lösungen gemein. Weichen nun die Verhältnisse der Variabeln um Variationen erster Ordnung von irgend einer bestimmten Lösung ab, doch so, dass die höhere Gleichung (1) immer erfüllt bleibt und daher nur $n-1$ Variationen unter sich unabhängig sind, so wird im Allgemeinen ρ von der ersten Ordnung sein; und wenn wir verlangen, dass ρ von der zweiten Ordnung sei, ohne dass diese Bedingung die völlige Unabhängigkeit jener $n-1$ Variationen irgendwie beschränke, so werden dagegen die Verhältnisse $p:q:\ldots:s$ einer Beschränkung unterworfen, wodurch die Anzahl der Polynome ρ von ∞^n auf ∞^{n-1} heruntergebracht wird. In diesem besonderen Falle sagen wir, die lineare Gleichung (2) habe eine Lösungsgemeinschaft erster Ordnung mit der höheren Gleichung (1). Wir erkennen sogleich, dass dies die Coincidenz der Differentialgleichungen erster Ordnung von (1) und (2) erfordert, also

$$p:q:\ldots:s = \frac{df}{dx} : \frac{df}{dy} : \ldots : \frac{df}{dw},$$

was für n Gleichungen zählt. Da

$$x\frac{df}{dx} + y\frac{df}{dy} + \ldots + w\frac{df}{dw} = mf,$$

so kann immer eine von den Gleichungen (1) und (2) die andere ersetzen. Wir bekommen so ein System von $n+1$ Gleichungen, aus welchem die n Verhältnisse $x:y:\ldots:w$ eliminirt werden können. Die Endgleichung

$$\varphi(p, q, r, \ldots s) = o \quad (3)$$

wird ausser den reciproken Variabeln $p, q, \ldots s$ (so wollen wir sie fortan nennen) nur noch die Elemente von f enthalten. Ist sie erfüllt, so hat die lineare Gleichung (2) eine Lösungsgemeinschaft erster Ordnung mit der höheren Gleichung (1), und umgekehrt.

Erlauben wir uns den Ausdruck „Lösung" für irgend eine Reihe von Verhältnissen aller $n+1$ Variabeln $x, y, \ldots w$, so haben wir, wenn keine Gleichung vorhanden ist, ∞^n Lösungen. Wir nennen ihre Gesammtheit die vollständige Totalität ∞^n. Fassen wir nun die Gleichung (1) nur als Totalität ihrer ∞^{n-1} Lösungen auf, indem wir von ihrer expliciten Form abstrahiren, und fügen ihr nun $n-1$ lineare Gleichungen in $x, y, \ldots w$ bei, die wir auch nur als Totalitäten aller ihrer Lösungen auffassen: so werden dadurch die n Verhältnisse der Variabeln bestimmt, und wir bekommen eine endliche Anzahl m von Lösungen. Dies ist der Grad jener höheren einfach bedingten Totalität ∞^{n-1}. Nennen wir nun lineare Totalitäten ∞^{n-1} solche, welche durch eine einzige lineare Gleichung zwischen $n+1$ Variabeln dargestellt sind, so können wir sagen:

„Eine algebraische Totalität ∞^{n-1} ist eine solche, welche mit $n-1$ unter sich unabhängigen linearen Totalitäten ∞^{n-1} nur eine endliche Zahl von Lösungen gemein hat. Diese endliche Zahl ist der Grad jener algebraischen Totalität ∞^{n-1}."

Nennen wir auf der anderen Seite jede Reihe von Verhältnissen der $n+1$ Elemente $p, q, \ldots s$ irgend einer linearen Gleichung $px + qy + \ldots + sw = o$ oder der durch sie dargestellten linearen Totalität ∞^{n-1} eine reciproke Lösung, so gibt es ∞^n reciproke Lösungen. Ihre Gesammtheit heisse die vollständige reciproke Totalität ∞^n. Besteht nun eine Gleichung wie (3), so stellt sie eine einfach bedingte reciproke Totalität ∞^{n-1} dar. Jede Lösung der durch $px + qy + \ldots + sw = o$ dargestellten linearen Totalität ∞^{n-1} beschränkt die Zahl der möglichen reciproken Lösungen $p:q:\ldots:w$

und reducirt sie auf ∞^{n-1}. Wir nennen dies eine einfach bedingte reciproke lineare Totalität ∞^{n-1}. Kommen $n-1$ (directe) Lösungen zu der durch (3) dargestellten höheren reciproken Totalität ∞^{n-1} hinzu, so ergibt sich eine endliche Zahl μ reciproker Lösungen $p:q:\ldots:s$, welche gleich ist dem Grade von (3). Wenn wir aber nur immer die Bedingung der Lösungsgemeinschaft erster Ordnung festhalten, so dürfen wir die Gleichung (3) auch durch (1) ersetzen. Wir heissen dann die Zahl μ die Classe der durch (1) dargestellten (directen) algebraischen Totalität ∞^{n-1}. Daher die Definition:

„Sind $n-1$ beliebige unter sich unabhängige (directe) Lösungen einer reciproken Lösung (directen linearen Totalität ∞^{n-1}), welche immer eine Lösungsgemeinschaft erster Ordnung mit einer (directen) algebraischen Totalität ∞^{n-1} haben soll, zum voraus gegeben, so heisst Classe dieser letzteren die endliche Anzahl jener reciproken Lösungen."

Es seien $a_2:b_2:\ldots:k_2,\ldots, a_n:b_n:\ldots:k_n$ die $n-1$ gegebenen Lösungen der reciproken Lösung $p:q:\ldots:s$, so bekommen wir die n Gleichungen

$$f(x, y, \ldots w) = o,\quad a_2\frac{df}{dx} + b_2\frac{df}{dy} + \ldots + k_2\frac{df}{dw} = o,\ \text{etc.},\ a_n\frac{df}{dx} + b_n\frac{df}{dy} + \ldots + k_n\frac{df}{dw} = o.$$

Die Zahl der Lösungen dieses Systemes ist gleich dem Producte aller Grade; also

$$\mu = m\,(m-1)^{n-1}.$$

Daher der Satz: Ist m der Grad einer freien algebraischen Totalität ∞^{n-1}, so ist ihre Classe $m\,(m-1)^{n-1}$.

Die reciproke Lösung $p:q:\ldots:w$ ist jetzt bestimmt (wenn gleich nicht in der Einzahl, doch in einer endlichen Zahl). Jede neue hinzugefügte Lösung $a_1:b_1:\ldots:k_1$ ist daher nicht mehr ganz frei, sondern einfach bedingt. Wir bekommen dann die zwei äquivalenten Systeme:

$f(x, y, z, \ldots w) = o,$	$\varphi(p, q, \ldots s) = o,$
$a_1\frac{df}{dx} + b_1\frac{df}{dy} + \ldots + k_1\frac{df}{dw} = o,$	$a_1 p + b_1 q + \ldots + k_1 s = o,$
$a_2\frac{df}{dx} + b_2\frac{df}{dy} + \ldots + k_2\frac{df}{dw} = o,$	$a_2 p + b_2 q + \ldots + k_2 s = o,$
$\ldots$	$\ldots$
$a_n\frac{df}{dx} + b_n\frac{df}{dy} + \ldots + k_n\frac{df}{dw} = o,$	$a_n p + b_n q + \ldots + k_n s = o.$

Da die erste Gleichung des ersten Systemes auch unter der Form

$$x\frac{df}{dx} + y\frac{df}{dy} + \ldots + w\frac{df}{dw} = o$$

dargestellt werden kann, so ist dasselbe unter Anderem auch erfüllt, wenn die Gleichungen

$$\frac{df}{dx} = o,\ \frac{df}{dy} = o,\ \ldots\ \frac{df}{dw} = o$$

es sind. Dies hätte $p = q = \ldots = s = o$ zur Folge, was nicht als Lösung des zweiten Systemes gelten darf. Wir vermeiden diesen Uebelstand, wenn wir das erste System als bestehend aus linearen Gleichungen mit den zu eliminirenden Variabeln $\frac{df}{dx}, \frac{df}{dy}, \ldots \frac{df}{dw}$ ansehen. Seine Resultante wird dann zur Determinante $\Sigma \pm x b_1 c_2 \ldots k_n$. Wir dürfen also die Gleichung $f = o$ durch die lineare Gleichung

$$(a)x + (b)y + \ldots + (k)\,w = o$$

ersetzen, wo durch die Einklammerung reciproke Elemente der letzterwähnten Determinante bezeichnet sind, wenn man sich darin die oberste Horizontalreihe $x, y, \dots w$ durch $a, b, \dots k$ ersetzt denkt, um Gleichförmigkeit mit der Bezeichnung der übrigen Horizontalreihen zu haben. Dann ist die Resultante U des ersten Systemes in Beziehung auf die Coëfficienten $(a), (b), \dots (k)$ der linearen Gleichung vom Grade $(m-1)^n$ und in Beziehung auf die zusammengesetzten Coëfficienten einer jeden der übrigen Gleichungen vom Grade $(m-1)^{n-1}$, also in Beziehung auf jede Reihe, wie z. B. $a_1, b_1, \dots k_1$ vom Grade $(m-1)^n + (m-1)^{n-1} = m(m-1)^{n-1}$, und in Beziehung auf die Elemente des Polynoms f vom Grade $n(m-1)^{n-1}$. Die Resultante des zweiten Systemes ist offenbar $\varphi\big((a), (b), \dots (k)\big)$, also in Beziehung auf jede Reihe wie $a_1, b_1, \dots k_1$ von einem der Classe $m(m-1)^{n-1}$ gleichen Grade, gerade so wie U. Da jeder Lösung des ersten Systemes auch eine des zweiten entspricht, und umgekehrt, so fallen die Resultanten beider Systeme zusammen; also ist

$$U = \varphi\big((a), (b), \dots (k)\big).$$

Daher der Satz: Die Classengleichung einer algebraischen einfach bedingten Totalität $m$ten Grades ist in Beziehung auf ihre Elemente vom $n(m-1)^{n-1}$ten Grade, wenn die vollständige Totalität ∞^n ist.

Folgende Art, den Grad der Endgleichung (3) sowohl in Beziehung auf die Variabeln p, q, r, als auch auf die constanten Elemente zu bestimmen, scheint mir die directeste zu sein.

Man hat aus den $n+2$ Gleichungen

$$\frac{df}{dx} = p\theta^{m-1}, \quad \frac{df}{dy} = q\theta^{m-1}, \quad \dots, \quad \frac{df}{dw} = s\theta^{m-1}, \quad px + qy + \dots + sw = o$$

die $n+1$ Verhältnisse $x : y : \dots : w : \theta$ zu eliminiren. Die Resultante ist in Beziehung auf die Elemente einer jeden der $n+1$ höheren Gleichungen vom Grade $(m-1)^n$ und in Beziehung auf die Elemente der linearen Gleichung vom Grade $(m-1)^{n+1}$. Ferner ist in jedem Gliede die Summe aller auf irgend eine Variable, z. B. θ, bezüglichen Zeiger gleich $(m-1)^{n+1}$. Nun seien $\lambda, \mu, \dots \pi$ die Grade, welche irgend ein Glied der Resultante in Beziehung auf die Coëfficienten $p, q, \dots s$ hat, mit denen θ^{m-1} in den $n+1$ höheren Gleichungen behaftet ist, so ist, da θ in der linearen Gleichung nicht vorkömmt, $(\lambda + \mu + \dots + \pi)$ $(\mu - 1)$ die Summe der auf θ bezüglichen Zeiger; folglich

$$\lambda + \mu + \dots + \pi = (m-1)^n.$$

Dies ist also der Grad der Resultante in Beziehung auf alle Grössen $p, q, \dots s$, insofern sie als Coëfficienten von θ^{m-1} in den höheren Gleichungen vorkommen. In Beziehung auf dieselben Grössen, insofern sie Elemente der linearen Gleichung sind, ist aber der Grad der Resultante gleich $(m-1)^{n+1}$. Also ist überhaupt $m(m-1)^n$ der Grad der Resultante in Beziehung auf $p, q, \dots s$.

In Beziehung auf die constanten Elemente der einzelnen Polynome $\frac{df}{dx}, \frac{df}{dy}, \dots \frac{df}{dw}$ ist der Grad der Resultante resp.

$$(m-1)^n - \lambda, \ (m-1)^n - \mu, \ \dots, \ (m-1)^n - \pi,$$

also in Beziehung auf alle constanten Elemente überhaupt

$$(n+1)(m-1)^n - (\lambda + \mu + \dots + \pi) = n(m-1)^n.$$

Es sei nun $x : y : \dots : w : \theta$ irgend eine Lösung des Systemes der $n+1$ höheren Gleichungen, so braucht man nur θ mit irgend einer $(m-1)$ten Wurzel der positiven Einheit zu multipliciren, ohne $x, y, \dots w$ zu ändern, um wieder eine Lösung desselben Systemes zu erhalten. Alle $(m-1)^{n+1}$ Lösungen ordnen sich daher in Gruppen von je $m-1$ Lösungen, welche die Verhältnisse $x : y : \dots : w$ gemein haben und sich nur durch die Werthe von θ unterscheiden. Da nun die lineare Gleichung θ nicht enthält, so ist

klar, dass, wenn man in dem Ausdruck $\Pi(px+qy+\ldots+sw)$ für die Resultante alle vorhin genannten Lösungen substituirt, derselbe die Form der $(m-1)$ten Potenz einer symmetrischen Function erhalten wird. Setzt man daher die Resultante gleich

$$\{\varphi(p, q, \ldots s)\}^{m-1},$$

so ist die ganze und rationale Function φ in Beziehung auf $p, q, \ldots s$ vom Grade $m(m-1)^{n-1}$ und in Beziehung auf die constanten Elemente vom Grade $n(m-1)^{n-1}$.

Ist die lineare Gleichung $(a)x+(b)y+\ldots+(k)w=o$ erfüllt, so gibt es auch n Grössen $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n$, welche den Gleichungen

$$x=a_1\lambda_1+a_2\lambda_2+\ldots+a_n\lambda_n,\ y=b_1\lambda_1+b_2\lambda_2+\ldots+b_n\lambda_n,\ \text{etc.},\ w=k_1\lambda_1+\ldots+k_n\lambda_n$$

genügen. Denkt man sich diese Ausdrücke für $x, y, \ldots w$ im Polynom f substituirt, so kommen die n übrigen Gleichungen des ersten Systemes auf

$$\frac{df}{d\lambda_1}=o,\ \frac{df}{d\lambda_2}=o, \ldots, \frac{df}{d\lambda_n}=o$$

zurück. Eliminirt man hier die $n-1$ Verhältnisse $\lambda_1 : \lambda_2 : \ldots : \lambda_n$, so wird man wieder die Resultante U bekommen. Es muss dann möglich sein, sie unter die Form $U=\varphi\big((a), (b), \ldots (k)\big)$ zu bringen. Endlich setze man $p, q, \ldots s$ an die Stelle von $(a), (b), \ldots (k)$, so hat man die Classengleichung $\varphi(p, q, \ldots s)=o$ gefunden. Die Reduction von U auf jene Form auszuführen, dürfte jedoch nicht geringe Weitläufigkeit der Rechnung verursachen. Es soll daher im Folgenden gezeigt werden, 1. wie man einen Coëfficienten von φ für sich berechnen, und 2. wie man alle übrigen Coëfficienten durch eine Art von Differentiation daraus ableiten kann.

Wir wollen zuerst den Coëfficienten der höchsten Potenz von p in $\varphi(p, q, \ldots s)$ zu bestimmen suchen. Setzen wir daher Ap^μ als erstes Glied von φ, und, um φ auf dieses einzige zu reduciren, $q=r=\ldots=s=o$, so verlangt die Lösung des zweiten Systemes $A=o$, da wir $p=o$ nicht zugeben dürfen. Das erste System kömmt dann auf

$$x=o,\ \frac{df}{dy}=o,\ \frac{df}{dz}=o, \ldots, \frac{df}{dw}=o$$

zurück. Man sieht hieraus sogleich, dass A die Resultante des Polynoms $f(o, y, z, \ldots w)$ mit nur n Variabeln, und als solche untheilbar und in Beziehung auf die ursprünglichen Elemente vom Grade $n(m-1)^{n-1}$ ist. Hierdurch wird die Richtigkeit der obigen Angaben über das Polynom $\varphi(p, q, \ldots s)$ bestätigt. Der folgende Satz wird nun zeigen, wie aus diesem ersten Coëfficienten A alle übrigen berechnet werden können.

Wenn im Classenpolynom $\varphi(p, q, \ldots s)$ der Coëfficient $[\alpha, \beta, \gamma, \ldots \varepsilon]$ des Gliedes $p^\alpha q^\beta r^\gamma \ldots s^\varepsilon$ in Function der Elemente des ursprünglichen Polynoms $f(x, y, \ldots w)$ bekannt ist, so ist

$$[\alpha-1, \beta+1, \gamma, \ldots \varepsilon] = -\frac{1}{\beta+1}\mathfrak{B}[\alpha, \beta, \gamma, \ldots \varepsilon],$$

wo die ableitende Operation $\mathfrak{B}$ darin besteht, dass man die Differentiale der ursprünglichen Elemente durch andere ursprüngliche Elemente ersetzt, in denen die auf y bezüglichen Zeiger um 1 vermindert und die auf x bezüglichen um 1 vermehrt sind, und welche (Elemente) ausserdem noch durch die zuletzt genannten vermehrten Zeiger dividirt sind.

Beweis. Setzen wir $x = \alpha x' + \beta y' + \ldots + \varkappa w'$, $y = \alpha' x' + \beta' y' + \ldots + \varkappa' w'$, etc., bezeichnen die Determinante der Elemente dieser linearen Substitutionen mit Δ und ihre reciproken Elemente mit $a, b, \ldots a', \ldots$, so wird $\frac{df}{dx'} = \alpha \frac{df}{dx} + \alpha' \frac{df}{dy} + \ldots$, $\frac{df}{dy'} = \beta \frac{df}{dx} + \beta' \frac{df}{dy} + \ldots$, etc., $\frac{df}{dw'} = \varkappa \frac{df}{dx} + \varkappa' \frac{df}{dy} + \ldots$ Wir müssen also gleichzeitig $p' = \alpha p + \alpha' q + \ldots$, $q' = \beta p + \beta' q + \ldots$, etc., $s' = \varkappa p + \varkappa' q + \ldots$ setzen; daher $\Delta p = a p' + b q' + \ldots + k s'$, $\Delta q = a' p' + b' q' + \ldots + k' s'$, etc. Führen wir jetzt die Operationszeichen

$$\mathfrak{B} = \alpha \frac{d}{d\beta} + \alpha' \frac{d}{d\beta'} + \ldots, \quad \mathfrak{C} = \alpha \frac{d}{d\gamma} + \alpha' \frac{d}{d\gamma'} + \ldots, \text{ etc.}, \quad \mathfrak{K} = \alpha \frac{d}{d\varkappa} + \alpha' \frac{d}{d\varkappa'} + \ldots$$

ein, und vergegenwärtigen uns die Determinantenform der reciproken Elemente wie

$$a = \begin{vmatrix} \beta' \,.\, \beta'' \ldots \\ \gamma' \,.\, \gamma'' \ldots \\ \ldots\ldots \end{vmatrix},$$

so finden wir leicht, dass die auf sie ausgeübte Operation $\mathfrak{B}$ in der Ersetzung der Reihe $\beta, \beta', \beta'', \ldots$ durch $\alpha, \alpha', \alpha'', \ldots$ besteht und daher das Ergebniss Null liefert, 1. wenn die Reihe $\beta, \beta', \beta'', \ldots$ fehlt, 2. wenn diese Reihe zugleich mit der Reihe $\alpha, \alpha', \alpha'', \ldots$ vorhanden ist. Fehlt hingegen die Reihe $\alpha, \alpha', \alpha'', \ldots$, so findet sie sich nach geschehener Operation an der Stelle der Reihe $\beta, \beta', \beta'', \ldots$ Da dies einer Vertauschung zweier Zeilen des vollständigen Schema's entspricht, so findet ein Zeichenwechsel Statt. Daher ist $\mathfrak{B} a = -b$, $\mathfrak{B} a' = -b'$, etc. Alle andern reciproken Elemente werden durch die Operation $\mathfrak{B}$ verschwinden gemacht, eben so Δ selbst. Man hat daher

$$\mathfrak{B} = -\left(b \frac{d}{da} + b' \frac{d}{da'} + \ldots\right), \quad \mathfrak{C} = -\left(c \frac{d}{da} + c' \frac{d}{da'} + \ldots\right), \quad \ldots\ldots, \quad \mathfrak{K} = -\left(k \frac{d}{da} + k' \frac{d}{da'} + \ldots\right).$$

Mittelst dieser Operationszeichen haben wir

$$\Psi = \Delta^{\mu} \varphi(p, q, \ldots s) = p'^{\mu} e^{-(q'\mathfrak{B} + r'\mathfrak{C} + \ldots + s'\mathfrak{K}) : p'} \varphi(a, a', a'', \ldots).$$

Also ist irgend ein Glied des transformirten Polynoms

$$(-1)^{\mu - \mathfrak{a}} \frac{\mathfrak{B}^{\mathfrak{b}}}{1.2\ldots\mathfrak{b}} \cdot \frac{\mathfrak{C}^{\mathfrak{c}}}{1.2\ldots\mathfrak{c}} \cdots \frac{\mathfrak{K}^{\mathfrak{k}}}{1.2\ldots\mathfrak{k}} \varphi(a, a', a'', \ldots) \times p'^{\mathfrak{a}} q'^{\mathfrak{b}} r'^{\mathfrak{c}} \ldots s'^{\mathfrak{k}}.$$

$$[\mathfrak{a} + \mathfrak{b} + \mathfrak{c} + \ldots + \mathfrak{k} = \mu].$$

Bezeichnen wir nun irgend einen Coëfficienten des transformirten Polynoms f, dessen Zeiger $\varepsilon, \eta, \theta, \ldots$ sind $(\varepsilon + \eta + \theta + \ldots = m)$, mit $\{\varepsilon, \eta, \theta, \ldots\}$, so wissen wir schon aus §. 10, dass

$$\mathfrak{B}\{\varepsilon, \eta, \theta, \ldots\} = (\varepsilon + 1) \,.\, \{\varepsilon + 1, \eta - 1, \theta, \ldots\}, \text{ etc.}$$

ist. Nun wird sich die transformirte Classengleichung ebenfalls ergeben, wenn man die transformirten Elemente von f, wie $\{\varepsilon, \eta, \theta \ldots\}$ an die Stelle der ursprünglichen in $\varphi(p, q, \ldots s)$ substituirt und gleichzeitig die reciproken Variabeln $p, q, \ldots s$ mit Accenten versieht. Der so erhaltene Ausdruck werde mit Φ bezeichnet.

Es frägt sich nur noch, ob Φ und Ψ zusammenfallen. Die transformirten Elemente $\{\varepsilon, \eta, \theta, \ldots\}$ sind in Beziehung auf $\alpha, \beta, \ldots \alpha', \ldots$ vom m^{ten} Grade, also ist Φ in derselben Beziehung vom Grade $m \,.\, n\,(m-1)^{n-1}$. Ψ ist in Beziehung auf $a, a', \ldots b, \ldots$ vom Grade $\mu = m(m-1)^{n-1}$, also in Beziehung auf $\alpha, \beta, \ldots \alpha', \ldots$ vom Grade $n \,.\, m\,(m-1)^{n-1}$. Folglich sind Φ und Ψ in dieser letzten Beziehung vom selben Grade. Wenn sich also beide Polynome durch constante Factoren unterscheiden, welche die Grössen $\alpha, \beta, \ldots \alpha', \ldots$ enthielten, so müssten sie in Beziehung auf diese Grössen von

gleichem Grade sein; und zugleich ist klar, dass diese Factoren die ursprünglichen Elemente von f nicht enthalten können. Ferner müssten sie alle Reihen jener Substitutions-Elemente gleichmässig enthalten, damit Vertauschbarkeit jener Reihen ohne Änderung der Ausdrücke möglich wäre. Dies kann aber nicht sein, weil schon der erste Coëfficient von Ψ, nämlich $\varphi\,(a,\ a',\ a'',\ldots)$ die Reihe $\alpha,\ \alpha',\ \alpha'',\ldots$ nicht enthält. Wenn also Φ und Ψ sich durch einen constanten Factor unterscheiden, so kann dieser nur numerisch sein. Er wird daher bleiben, wie wir auch $\alpha,\ \beta,\ldots\alpha',\ldots$ annehmen mögen. Setzen wir nun $\alpha = \beta' = \gamma'' = \ldots = 1$ und lassen alle andern Substitutions-Elemente verschwinden, so hören die Transformations-Formeln auf, solche zu sein, d. h. sie geben die ursprünglichen Polynome wieder. Daher fallen Φ und Ψ gleichzeitig mit φ zusammen, folglich auch mit einander. Sie können sich also, wenn wir den allgemeinen Fall wieder herstellen, auch nicht durch einen numerischen Factor unterscheiden.

Ist nun $A'p'^{\mu}$ das erste Glied von Φ, so haben wir

$$\Phi = p'^{\mu}\, e^{-(q'\mathfrak{B} + r'\mathfrak{C} + \ldots + s'\mathfrak{K}) : p'}\, A',$$

wo man sich unter A' eine ganze Function $n\,(m-1)^{n-1\text{ten}}$ Grades der transformirten Elemente $\{\varepsilon,\ \eta,\ \theta,\ldots\}$ zu denken hat. Da wir nun im Stande sind, auf diese Elemente die Operationen $\mathfrak{B},\ \mathfrak{C},\ldots\mathfrak{K}$ unmittelbar auszuüben, ohne auf die Substitutions-Elemente zurückgehen zu müssen, so gilt die Formel auch für die nicht transformirten Polynome.

Setzen wir $n = 3$, und betrachten die vier Variabeln $x,\ y,\ z,\ w$ als Punkt-Coordinaten im Sinne Plücker's, d. h. als unter sich unabhängige lineare Functionen der gewöhnlichen räumlichen Coordinaten eines Punktes, so stellt jede Lösung einen Punkt dar, die vollständige Totalität ∞^3 wird zur Gesammtheit aller möglichen Punkte oder zum Raume, jede einfach bedingte Totalität ∞^2 zur Fläche und insbesondere eine lineare Totalität ∞^2 zur Ebene, also jede reciproke Lösung $p : q : r : s$ zur Ebene, die vollständige reciproke Totalität ∞^3 zur Gesammtheit aller im Raume vorhandenen Ebenen, die einfach bedingte reciproke Totalität ∞^2 zur Gesammtheit aller eine Fläche umhüllenden Ebenen, die lineare reciproke Totalität ∞^2 zur Gesammtheit aller durch einen Punkt gehenden Ebenen (oder zu diesem Punkte selbst), die reciproken Variabeln $p,\ q,\ r,\ s$ endlich werden zu den Flächen-Coordinaten Plücker's. Eine algebraische Totalität ∞^2 wird zur algebraischen Fläche, ihr Grad wird die Zahl von Punkten, die sie mit zweien sich schneidenden Ebenen gemein hat. Eine Ebene, die eine Lösungs-Gemeinschaft erster Ordnung mit einer Fläche hat, wird zur Berührungsebene. Die Classe einer algebraischen Fläche ist die Zahl ihrer Berührungsebenen, welche durch zwei beliebig gegebene Punkte gehen. Die Classen-Gleichung einer algebraischen Fläche stellt die Beziehung zwischen den Flächen-Coordinaten einer jeden ihrer Berührungsebenen dar; sie zeigt uns also gleichsam die Fläche als Gesammtheit aller ihrer Berührungsebenen. Wir haben somit den Satz: Die Classen-Gleichung einer nach Grad freien algebraischen Fläche m^{ten} Grades ist in Beziehung auf die Flächen-Coordinaten vom $m\,(m-1)^{2\text{ten}}$ und in Beziehung auf die Elemente der Grades-Gleichung vom $3\,(m-1)^{2\text{ten}}$ Grade.

Für $n = 2$ wird die vollständige Totalität ∞^2 zur Ebene u. s. f. Der Grad einer algebraischen Curve ist die Zahl von Punkten, in denen sie von irgend einer Geraden geschnitten wird, ihre Classe ist die Zahl ihrer Tangenten, welche durch irgend einen Punkt gehen. Die Classen-Gleichung einer nach Grad freien algebraischen Curve m^{ten} Grades ist in Beziehung auf die Linien-Coordinaten vom $m\,(m-1)^{\text{ten}}$ und in Beziehung auf die Elemente der Grades-Gleichung vom $2\,(m-1)^{\text{ten}}$ Grade.

Zum Schlusse dieses §. wollen wir noch die oben beschriebene Construction der Classen-Gleichung auf die freie Curve dritten Grades anwenden. Ihre Gleichung sei

$$ax^3 + by^3 + cz^3 + 3dx^2y + 3ex^2z + 3fy^2z + 3gxy^2 + 3hxz^2 + 3iyz^2 + 6kxyz = o.$$

Der Coëfficient von p^6 ist die Resultante des Polynoms

$$by^3+3fy^2z+3iyz^2+cz^3,$$

also gleich

$$4(cf-i^2)(bi-f^2)-(fi-bc)^2=6bfic-4bi^3-4cf^3+3f^2i^2-b^2c^2.$$

Die Operationen $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{C}$ bestehen darin, dass die Differentiale

$$\text{der Coëfficienten}\quad \begin{matrix} a \\ d\,.\,e \\ g\,.\,k\,.\,h \\ b\,.\,f\,.\,i\,.\,c \end{matrix} \quad\text{resp. in}\quad \begin{matrix} o \\ a\,.\,o \\ 2d\,.\,e\,.\,o \\ 3g\,.\,2k\,.\,h\,.\,o \end{matrix} \quad\text{und in}\quad \begin{matrix} o \\ o\,.\,a \\ o\,.\,d\,.\,2e \\ o\,.\,g\,.\,2k\,.\,3h \end{matrix} \quad\text{übergehen.}$$

Vollführt man die Operationen, so erhält man folgende Classen-Gleichung, worin von jeder Gruppe ähnlicher Glieder immer nur eines gesetzt ist, da die übrigen durch blosse Buchstaben-Vertauschung sich daraus ergeben:

$$\begin{aligned} &(6bfic-4bi^3-4cf^3+3f^2i^2-b^2c^2)\,p^6+\text{etc.}\\ &+6(-3gfic-2kbic-hbfc+2gi^3+2hbi^2+4kf^2c-2kfi^2-hf^2i+gbc^2)\,p^5q+\text{etc.}\\ &+3(6dfic+12gkic+6ghfc+2ebic+4khbc-4di^3-12ghi^2-4h^2bi-4ef^2c-16k^2fc\\ &\quad+2efi^2+4k^2i^2+8khfi+h^2f^2-2dbc^2-3g^2c^2)\,p^4q^2+\text{etc.}\\ &+6(3g^2ic-2gkfc+11ghfi+3h^2bf-2khbi+2dbic+2ebfc+4k^2bc-5ghbc-10gki^2\\ &\quad-10khf^2-4ebi^2-4df^2c+2dfi^2+2ef^2i+8k^2fi)\,p^4qr+\text{etc.}\\ &+6(-9dgic+6g^2hc+10dkfc-2egfc-4gk^2c-13dhfi-10gh^2f-abic+4dhbc-6ekbc\\ &\quad+5ehbi+2gkhi-2kh^2b+4dki^2+11egi^2+2af^2c+4ehf^2+16k^2hf-afi^2-12ekfi\\ &\quad-8k^3i)\,p^3q^2r+\text{etc.}\\ &+2(-3afic-3behc-18dkic-18gkhc-9dhfc-9giec+2ai^3+2bh^3+18dhi^2+18gih^2\\ &\quad+24ekfc+16k^3c-6eki^2-6fkh^2-6ehfi-12k^2hi+abc^2+9dgc^2)\,p^3q^3+\text{etc.}\\ &+6(8dgkc+8akfi+8ekhb+19dghi+19eghf+19defi-5eg^2c-5d^2fc-5ahf^2-5agi^2\\ &\quad-5dh^2b-5e^2bi-4g^2h^2-4d^2i^2-4e^2f^2-18dkhf-18egki-agfc-debc-ahbi-4gk^2h\\ &\quad-4dk^2i-4ek^2f+4akbc+8k^4)\,p^2q^2r^2=o. \end{aligned}$$

Cayley hat im ersten Bande des *Cambridge and Dublin Mathematical Journal* die Classen-Gleichung der Curve dritten Grades ebenfalls gegeben. Sie stimmt aber mit der meinigen nicht überein; und doch halte ich diese für richtig, da ich sie noch durch ein verändertes Verfahren verificirt habe. Ich liess nämlich im Ausdrucke für den Coëfficienten von p^6 die vier numerischen Factoren unbestimmt, und suchte aus diesem durch die Operation $\frac{1}{4}\mathfrak{B}^2\mathfrak{C}^2$ den Coëfficient von $p^2q^2r^2$. Dieser sollte sich durch die Vertauschung von p, q z. B. nicht ändern, was scheinbar sieben lineare Bedingungs-Gleichungen für jene unbestimmten numerischen Factoren gab. Diese kamen indess nur auf zwei unter sich unabhängige Gleichungen zurück, und reichten daher zur Bestimmung der drei unbekannten Verhältnisse jener numerischen Factoren nicht hin. Daher nahm ich noch die Bedingung hinzu, dass der Coëfficient von p^6 verschwinden muss, wenn $f(o, y, z)$ ein Cubus ist; und jetzt konnten jene numerischen Factoren bestimmt werden. Die gefundenen Werthe wurden in den Ausdruck für den Coëfficient von $p^2q^2r^2$ eingetragen, und das Ergebniss demjenigen der direct von der Kenntniss des Coëfficienten von p^6 ausgehenden Rechnung gleich gefunden.

Ich weiss nicht, ob folgende Bemerkung schon gemacht worden ist. Dass es drei Functionen fünften Grades, $\frac{d\varphi}{dp}$, $\frac{d\varphi}{dq}$, $\frac{d\varphi}{dr}$, gibt, welche sich wie x, y, z verhalten, ist bekannt. Es gibt aber auch sechs Functionen vierten Grades in p, q, r und zweiten Grades in Beziehung auf die Elemente des

ursprünglichen Polynoms f, nämlich L, M, N, P, Q, R, welche sich wie $x^2, y^2, z^2, 2yz, 2zx, 2xy$ verhalten. Da somit die Gleichungen

$$\begin{aligned} 2Lp + Rq + Qr &= o, \\ Rp + 2Mq + Pr &= o, \\ Qp + Pq + Nr &= o, \end{aligned}$$

bestehen, und zwar, weil nur vom fünften Grade, identisch bestehen, so folgt aus denselben leicht, dass

$$\begin{array}{lll} 4MN - P^2 = p^2\varphi\ , & 4NL - Q^2 = q^2\varphi\ , & 4LM - R^2 = r^2\varphi\ , \\ QR - 2LP = qr\varphi\ , & RP - 2MQ = rp\varphi\ , & PQ - 2NR = pq\varphi \end{array}$$

ist, wo $\varphi\,(p, q, r)$ das Polynom der Classen-Gleichung bezeichnet. Endlich ist noch

$$pQR + qRP + rPQ = pqr\varphi.$$

Obgleich die sechs vorigen Ausdrücke in Beziehung auf p, q, r, den achten und der letzte den neunten Grad erreichen, so scheinen sie dennoch wegen ihrer leichten Theilbarkeit brauchbar, um das Polynom φ darzustellen. Ich bemerke noch, dass die Functionen P, Q, R auf folgende Art gefunden werden können. Ist $f\,(x, y, z)$ das ursprüngliche Polynom, so sei $3\,df = f_1 dx + f_2 dy + f_3 dz$. In dem Schema

$$\begin{array}{ccccc} f_1(o, r, -q) & . & f_1(-r, o, p) & . & f_1(q, -p, o) \\ f_2(o, r, -q) & . & f_2(-r, o, p) & . & f_2(q, -p, o) \\ f_3(o, r, -q) & . & f_3(-r, o, p) & . & f_3(q, -p, o) \end{array}$$

ersetze man nach und nach die erste, zweite, dritte Verticalreihe durch p, q, r, und bilde jedesmal die Determinante, so wird man die Functionen

$$pP\ ,\quad qQ\ ,\quad rR$$

erhalten.

Gibt man der Gleichung der freien Curve dritten Grades die reducirte Form

$$x^3 + y^3 + z^3 - 3\,\alpha xyz = o$$

und lässt θ einen unbestimmten Factor bezeichnen, so muss die Classen-Gleichung durch Elimination von θ, x, y, z aus den Gleichungen

$$\theta p = x^2 - \alpha yz\ ,\quad \theta q = y^2 - \alpha zx\ ,\quad \theta r = z^2 - \alpha xy\ ,\quad px + qy + rz = o$$

hervorgehen. Substituirt man nun auf der linken Seite der Gleichung

$$(1 - \alpha^3)\,\theta p\,.\,xyz + \theta^2\Big((2\,\alpha qr - \alpha^2 p^2)\,x + r^2 y + q^2 z\Big) = (yz - \alpha^2 x^2)\Big(x^3 + y^3 + z^3 + 3\,\alpha xyz\Big)$$

die obigen Werthe von θp, θq, θr, so wird man die Gleichung identisch richtig finden. Setzt man jetzt abkürzend

$$\frac{(1 - \alpha^3)\,xyz}{\theta} = w\ ,$$

und lässt die Buchstaben fortschreiten, so gewinnt man folgendes System:

$$\begin{array}{llll} & px & + qy & + rz = o\ , \\ pw + (2\alpha qr - \alpha^2 p^2)\,x & & + r^2 y & + q^2 z = o\ , \\ qw & + r^2 x + (2\,\alpha rp - \alpha^2 q^2)\,y & & + p^2 z = o\ , \\ rw & + q^2 x & + p^2 y + (2\,\alpha pq - \alpha^2 r^2)\,z = o\ . & \end{array}$$

Die Elimination von w, x, y, z gibt die Classen-Gleichung

$$(p^3 + q^3 + r^3 - 3\,\alpha^2 pqr)^2 - 4\,(1 - \alpha^3)\,(q^3 r^3 + r^3 p^3 + p^3 q^3 - 3\,\alpha p^2 q^2 r^2) = o.$$

Die Anwendung linearer Substitutionen zur gleichzeitigen Zurückführung der Grades- und Classen-Gleichung der Curve auf ihre allgemeinen Formen hat mich auf den im folgenden §. darzustellenden allgemeinen Satz geführt.

§. 29. Ein zur Theorie der Determinanten gehörender Satz.

Es seien

$$\begin{matrix} a, & b, & c, & \ldots \\ a', & b', & c', & \ldots \\ a'', & b'', & c'', & \ldots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix} \qquad n \text{ Horizontalreihen von je } n \text{ Elementen,}$$

alle Elemente seien ebenfalls in Verticalreihen geordnet. Die Verticalreihen werden durch Buchstaben, die Horizontalreihen durch Accente unterschieden. Die Determinante aller Elemente sei Δ. Die reciproken Elemente mögen mit den entsprechenden grossen Buchstaben bezeichnet werden, so dass

$$\Delta = aA + a'A' + \text{etc.} = aA + bB + cC + \ldots = \ldots$$

ist. (Dann ist bekanntlich $\Sigma \pm AB'C'' \ldots = \Delta^{n-1}$). Jetzt soll ein neues Quadrat von Elementen auf folgende Weise gebildet werden. Man schreibe alle Combinationen mit Wiederholungen zur r^{ten} Classe, welche aus den n ursprünglichen Elementen a, b, c, ... der ersten Horizontalreihe gebildet werden können, in eine Horizontalreihe. Diese wird also $\binom{n+r-1}{r} = \binom{n+r-1}{n-1}$ Elemente enthalten. Man denke sich nun für a, b, c, ... resp. die linearen n gliedrigen Polynome $at + a't' + a''t'' + \ldots$, $bt + b't' + b''t'' + \ldots$, etc. gesetzt und sämmtliche Combinationen derselben nach den Potenzen und Producten von t, t', t'', ... entwickelt. Man schreibe diese letzteren in solcher Ordnung in einer Verticalreihe, dass die Folge der Combinationen mit derjenigen in der obersten Horizontalreihe übereinstimmt, wenn t in a, t' in b, t'' in c, u. s. f. übergeht. (Soll die zuerst erwähnte Horizontalreihe die oberste sein, so muss die Reihe ihrer Elemente mit a^r beginnen, und diese ganze Horizontalzeile wird dann der Combination t^r entsprechen.) Die Coëfficienten der Entwickelung jeder Combination der linearen Polynome werden, mit ihren numerischen Factoren versehen, in senkrechter Reihe unter einander geschrieben, so dass jeder Horizontalzeile die betreffende Combination von t, t', t'', ... zur Seite steht.

$$\begin{array}{c|ccccc} t^r & a^r & . & a^{r-1}b & . & \ldots \\ t^{r-1}t' & r\,a^{r-1}a' & . & (r-1)\,a^{r-2}a'b + a^{r-1}b' & . & \ldots \\ . & & & & & \\ . & . & . & . & . & . \\ . & & & & & \end{array}$$

Die Determinante dieser neuen Elemente sei Ω, so ist Ω in Beziehung auf die ursprünglichen einfachen Elemente vom Grade $r\binom{n+r-1}{r} = n\binom{n+r-1}{r-1}$.

Auf ähnliche Weise verfahre man mit den reciproken Elementen A, B, C, ..., mit dem Unterschiede, dass in Beziehung auf numerische Factoren horizontal und vertical vertauscht werden. Man schreibe nämlich sämmtliche Combinationen mit Wiederholungen zur r^{ten} Classe, welche aus A, A', A'' ... gebildet werden können, in die erste Verticalzeile, und denke sich dann diese Elemente resp. durch die Polynome $Ax + By + Cz + \ldots$, $A'x + B'y + C'z + \ldots$, etc. ersetzt. Die einzelnen Verticalzeilen sollen dann die Coëfficienten der Combinationen von x, y, z, ... enthalten.

$$\begin{vmatrix} A^r & . & rA^{r-1}B & . & \ldots \\ A^{r-1}A' & . & (r-1)\,A^{r-2}A'B + A^{r-1}B' & . & \ldots \\ . & . & . & . & . \end{vmatrix}$$

Die Determinante dieser Elemente sei Φ, so ist Φ in Beziehung auf die ursprünglichen Elemente a, b, c, ... vom Grade $n(n-1)\binom{n+r-1}{r-1}$. Nun multiplicire man alle in der ersten Horizontalreihe

von Ω enthaltenen Elemente mit den entsprechenden der ersten Horizontalreihe von Φ und addire die Producte, bilde dann ähnliche Productensummen durch Verbindung der ersten Horizontalreihe in Ω mit der zweiten, dritten, ... Horizontalreihe in Φ und schreibe alle so erhaltenen Productensummen in eine Horizontalreihe. Eine zweite Horizontalreihe gehe aus der Verbindung der zweiten Horizontalreihe in Ω mit sämmtlichen Horizontalreihen in Φ hervor u. s. f., bis jede Horizontalreihe in Ω mit jeder Horizontalreihe in Φ verbunden ist. Dann wird nach einem bekannten Satz die Determinante aller so erhaltenen Productensummen gleich sein dem Producte $\Omega\Phi$ der beiden vorigen Determinanten.

Betrachten wir nun diese Productensummen näher, so ist z. B.

$$a^r \,.\, A^r + a^{r-1} b \,.\, r A^{r-1} B + \ldots = (aA + bB + cC + \ldots)^r.$$

Setzt man

$$A' \frac{d}{dA} + B' \frac{d}{dB} + \ldots = D' \;,\quad A'' \frac{d}{dA} + B'' \frac{d}{dB} + \ldots = D'',$$

u. s. f., so ist

$$A^{\lambda} A'^{\lambda'} A''^{\lambda''} \ldots = \frac{1\,.\,2\ldots\lambda}{1\,.\,2\ldots r} D'^{\lambda'} D''^{\lambda''} \ldots A^r \;,\quad [\lambda + \lambda' + \lambda'' + \ldots = r]$$

und da alle Glieder einer und derselben Horizontalreihe durch dieselbe Operation aus den entsprechenden Gliedern der ersten Horizontalreihe hervorgehen,

$$a^r . A^{\lambda} A'^{\lambda'} A''^{\lambda''} \ldots + \text{etc.} = \frac{1\,.\,2\ldots\lambda}{1\,.\,2\ldots r} D'^{\lambda'} D''^{\lambda''} \ldots (aA + bB + \ldots)^r = (aA + bB + \ldots)^{\lambda} (aA' + ..)^{\lambda'} (aA'' + \ldots)^{\lambda''} \ldots$$

Um nun auch nach $a, b, \ldots$ zu variiren, setze man

$$a' \frac{d}{da} + b' \frac{d}{db} + \ldots = \delta' \;,\quad a'' \frac{d}{da} + \ldots = \delta''.$$

u. s. f., so ist

$$\frac{r!}{\lambda!\,\lambda'\;\,\lambda''!\ldots} a^{\lambda} a'^{\lambda'} a''^{\lambda''} \ldots = \frac{\delta'^{\lambda'}}{\lambda'!} \frac{\delta''^{\lambda''}}{\lambda''!} \ldots a^r \;,\quad [\lambda + \lambda' + \ldots = r \;,\; r! = 1\,.\,2\ldots r]$$

und demnach

$$\frac{r!}{\lambda!\,\lambda'!\,\lambda''!\ldots} a^{\lambda} a'^{\lambda'} a''^{\lambda''} \times A^{\mu} A'^{\mu'} A''^{\mu''} \ldots + \text{etc.} = \frac{\delta'^{\lambda'} \delta''^{\lambda''} \ldots}{\lambda'!\,\lambda''!\ldots} (aA + bB + \ldots)^{\mu} (aA' + bB' + \ldots)^{\mu'} \ldots$$

Das entwickelte Resultat wird ein Aggregat von Producten sein, deren Factoren sämmtlich die Form $a^{(p)} A^{(q)} + b^{(p)} B^{(q)} + \ldots$ haben werden, wo (p), (q) gleiche oder ungleiche Accente bedeuten.

Sind jetzt $A, B, \ldots A', \ldots$ die reciproken Elemente zu den ursprünglichen $a, b, \ldots$, so reduciren sich alle Factoren von der so eben angeführten Form auf o oder auf Δ, je nachdem die Accente (p), (q) verschieden oder gleich sind. So lange nun die beiden Folgen von Exponenten $\lambda, \lambda', \lambda'', \ldots$ und $\mu, \mu', \mu'', \ldots$ nicht geradezu coincidiren, kann in dem erwähnten Aggregate kein Product vorkommen, das keinen verschwindenden Factor hätte; das Aggregat muss daher verschwinden. Coincidiren aber die beiden Exponentenfolgen, so gibt es in der Entwickelung von

$$\frac{\delta'^{\lambda'} \delta''^{\lambda''} \ldots}{\lambda'!\,\lambda''!\ldots} (aA + bB + \ldots)^{\lambda} (aA' + bB' + \ldots)^{\lambda'} (aA'' + bB'' + \ldots)^{\lambda''} \ldots$$

ein nicht verschwindendes Glied, nämlich

$$(aA + bB + \ldots)^{\lambda}, (a'A' + bB' + ,..)^{\lambda'} (a''A'' + b''B'' + \ldots)^{\lambda''} \ldots = \Delta^r.$$

Von den betrachteten Productensummen haben also alle in der Diagonale des Quadrates liegenden denselben Werth Δ^r, alle ausserhalb liegenden den Nullwerth. Ihre Determinante ist daher

$$\Omega\Phi = \Delta^{r\binom{n+r-1}{r}} = \Delta^{n\binom{n+r-1}{r-1}}.$$

Da aber Δ untheilbar ist, so kann Ω keinen andern Factor als Δ haben, und weil in Beziehung auf die ursprünglichen Elemente $a, b, \ldots$ die Functionen Ω und Δ resp. von den Graden n und $n\binom{n+r-1}{r-1}$ sind, so ist

$$\Omega = \Delta^{\frac{(n+1)(n+2)\ldots(n+r-1)}{1.\ 2\ \ldots\ (r-1)}}$$

bis auf einen allfälligen numerischen Factor. Um diesen zu finden, setze man die in der Diagonale liegenden ursprünglichen Elemente $a, b', c'', d''', \ldots$ der Einheit, alle übrigen aber der Null gleich, so wird $\Delta = 1$. Was dann die zusammengesetzten Elemente r^{ten} Grades betrifft, deren Determinante Ω ist, so wird man sich leicht überzeugen, dass alle in der Diagonale der Einheit, alle ausserhalb der Null gleich werden. Also ist auch $\Omega = 1$. Der gesuchte numerische Factor ist also 1, und die oben aufgestellte Gleichung ohne weiters richtig.

Ueber eine merkwürdige Art, die Classengleichung der Curve dritten Grades zu finden.

Wenn $f(x, y, z) = o$ die Gleichung einer Curve dritten Grades ist, so wird man die Classen-Gleichung derselben Curve erhalten, indem man die drei Verhältnisse $x : y : z : \sqrt{\theta}$ aus den vier Gleichungen

$$\frac{df}{dx} = p\theta\ ,\quad \frac{df}{dy} = q\theta\ ,\quad \frac{df}{dz} = r\theta\ ,\quad px + qy + rz = o$$

eliminirt. Cayley (*Cambridge and Dublin Mathematical Journal t. 1, p. 97*) und Hesse (Crelle XXXVI, S. 172) haben gezeigt, wie man aus diesen eine Gleichung ableiten kann, welche sowohl in Beziehung auf x, y, z als auch auf p, q, r homogen und vom zweiten Grade ist. Betrachtet man darin x, y, z als die constanten Coordinaten eines Punktes P der gegebenen Curve dritten Grades und p, q, r als variable Linien-Coordinaten, so ist sie die Classen-Gleichung des Polarkegelschnittes jenes Punktes P. Da dieser Kegelschnitt die ursprüngliche Curve in P berührt, so ist klar, dass seine Classen-Gleichung zugleich mit dem Systeme der obigen vier Gleichungen Statt findet. Multiplicirt man nun die lineare Gleichung des Systemes nach und nach mit x, y, z, so bekommt man im Ganzen sieben Gleichungen, aus denen die sechs Verhältnisse $x^2 : y^2 : z^2 : yz : zx : xy : \theta$ auf lineare Weise eliminirt werden können. Man wird so die gesuchte Classen-Gleichung der ursprünglichen Curve in Form einer Determinante siebenter Ordnung erhalten.

Eine andere Lösung der vorliegenden Aufgabe habe ich in §. 28 meiner Abhandlung über die Resultante gegeben, und dort beiläufig auf die Existenz von sechs Functionen vierten Grades in p, q, r hingewiesen, welche sich wie die Combinationen zweiten Grades der ursprünglichen Variabeln x, y, z verhalten, und vermöge dieser Eigenschaft zu einer dritten von der vorigen ganz verschiedenen Darstellung der erwähnten Classen-Gleichung führen. Indem wir nun hierauf näher eingehen, wird sich uns gleichzeitig ein merkwürdiger Beitrag zu der von Hesse und Aronhold bearbeiteten Theorie der Wendungspunkte der Curven dritten Grades ergeben.

§. 1. Der leichteren Darstellung wegen fassen wir die Aufgabe zuerst etwas allgemeiner, wie folgt:

Es sind drei homogene quadratische Polynome f_1, f_2, f_3, der drei Variabeln x, y, z gegeben, und es soll $xf_1 + yf_2 + zf_3 = o$ sein. Man verlangt eine Gleichung, welche keine andern Variabeln, als die Verhältnisse jener Polynome, enthält.

Aus dem Systeme der vier Gleichungen

$$f_1 = \theta p \;,\; f_2 = \theta q \;,\; f_3 = \theta r \;, \quad (1)$$
$$px + qy + rz = o \quad (2)$$

sind die drei Verhältnisse $x : y : z : \sqrt{\theta}$ zu eliminiren. Die Resultante wird die Form $\{F(p, q, r)\}^2$ haben, wo F eine Function sechsten Grades in Beziehung auf die Variabeln p, q, r und vierten Grades in Beziehung auf die constanten Elemente bezeichnet. Wir setzen daher einfach

$$F(p, q, r) = o$$

als Endgleichung hin. Wenn wir jetzt mittelst der linearen Gleichung (2) aus den drei quadratischen (1) z. B. die Variable x eliminiren, so erhalten wir drei Gleichungen, welche nur y^2, yz, z^2, θ enthalten und in Beziehung auf diese Grössen homogen und linear sind. Sie reichen also gerade hin, um uns, nachdem wir sie als lineare Gleichungen aufgelöst haben, die drei Verhältnisse $y^2 : yz : z^2 : \theta$ zu liefern. Wir bekommen also für das Verhältniss $y : z$ zwei Ausdrücke. Werden diese einander gleich gesetzt, so muss die linke Seite der reducirten Gleichung das Polynom der gesuchten Classen-Gleichung als Factor enthalten.

Es möge f irgend eines der gegebenen quadratischen Polynome und ω die entsprechende unter den Variabeln p, q, r bedeuten, so wird durch das genannte Verfahren

$$p^2 f(x, y, z) = f(-qy - rz, py, pz) = \theta p^2 \omega.$$

Definiren wir nun die Operationszeichen $\mathfrak{p}, \mathfrak{q}, \mathfrak{r}$ durch die Gleichung

$$\begin{vmatrix} \frac{d}{dx} & . & \frac{d}{dy} & . & \frac{d}{dz} \\ p & . & q & . & r \\ \alpha & . & \beta & . & \gamma \end{vmatrix} = \alpha\mathfrak{p} + \beta\mathfrak{q} + \gamma\mathfrak{r},$$

so haben wir

$$f(-qy - rz, py, pz) = \tfrac{1}{2}(z\mathfrak{q} - y\mathfrak{r})^2 f.$$

Wir bekommen so im Ganzen folgende drei Systeme von je drei Gleichungen:

$$(z\mathfrak{q} - y\mathfrak{r})^2 f = 2\theta p^2\omega \;,\; (x\mathfrak{r} - z\mathfrak{p})^2 f = 2\theta q^2\omega \;,\; (y\mathfrak{p} - x\mathfrak{q})^2 f = 2\theta r^2\omega \,,$$

und, wenn wir jedes derselben wie ein System linearer Gleichungen behandeln,

$$2\theta p^2 : z^2 : 2yz : y^2 = (\mathfrak{qq}, \mathfrak{qr}, \mathfrak{rr}) : (\omega, \mathfrak{qr}, \mathfrak{rr}) : -(\mathfrak{qq}, \omega, \mathfrak{rr}) : (\mathfrak{qq}, \mathfrak{qr}, \omega),$$
$$2\theta q^2 : x^2 : 2xz : z^2 = (\mathfrak{rr}, \mathfrak{pr}, \mathfrak{pp}) : (\omega, \mathfrak{pr}, \mathfrak{pp}) : -(\mathfrak{rr}, \omega, \mathfrak{pp}) : (\mathfrak{rr}, \mathfrak{pr}, \omega),$$
$$2\theta r^2 : y^2 : 2xy : x^2 = (\mathfrak{pp}, \mathfrak{pq}, \mathfrak{qq}) : (\omega, \mathfrak{pq}, \mathfrak{qq}) : -(\mathfrak{pp}, \omega, \mathfrak{qq}) : (\mathfrak{pp}, \mathfrak{pq}, \omega),$$

wo der Kürze wegen

$$(\mathfrak{qq}, \mathfrak{qr}, \mathfrak{rr}) = \Sigma \pm \mathfrak{qq}f_1 \,.\, \mathfrak{qr}f_2 \,.\, \mathfrak{rr}f_3 \,, \text{ etc.}$$

gesetzt ist. Die zwölf hier vorkommenden Determinanten können aber auf sieben ganze Functionen zurückgeführt werden. Da nämlich

$$p\mathfrak{p} + q\mathfrak{q} + r\mathfrak{r} = o$$

st, so folgt

$$r\,(\mathfrak{qq}, \mathfrak{qr}, \mathfrak{rr}) = \left(\mathfrak{qq}, -\mathfrak{q}(p\mathfrak{p} + q\mathfrak{q}), (p\mathfrak{p} + q\mathfrak{q})^2\right) = p^3(\mathfrak{qq}, -\mathfrak{pq}, \mathfrak{pp}),$$

oder

$$(\mathfrak{qq}, \mathfrak{qr}, \mathfrak{rr}) : (\mathfrak{pp}, \mathfrak{pq}, \mathfrak{qq}) = p^3 : r^3.$$

Die zwei Polynome sechsten Grades auf der linken Seite dieser Proportion sind also resp. durch p^3 und r^3 theilbar. Wir dürfen daher setzen:

$$(\mathfrak{q}\mathfrak{q},\ \mathfrak{q}\mathfrak{r},\ \mathfrak{r}\mathfrak{r}) = 8p^3\Psi\ ,\ (\mathfrak{r}\mathfrak{r},\ \mathfrak{p}\mathfrak{r},\ \mathfrak{p}\mathfrak{p}) = 8q^3\Psi\ ,\ (\mathfrak{p}\mathfrak{p},\ \mathfrak{p}\mathfrak{q},\ \mathfrak{q}\mathfrak{q}) = 8r^3\Psi$$

und $\Psi(p, q, r)$ wird eine ganze Function dritten Grades in p, q, r sein, die in Beziehung auf die ursprünglichen Elemente ebenfalls vom dritten Grade ist. Es gelte nun die Gleichung

$$f(x, y, z) = ax^2 + by^2 + cz^2 + 2dyz + 2exz + 2fxy$$

symbolisch für alle drei gegebenen Polynome, indem man die Elemente nur mit den untern Zeigern 1, 2, 3 zu versehen braucht, um die einzelnen Polynome zu unterscheiden. Dann ist

$$\begin{array}{l|l}
\frac{1}{2}\mathfrak{p}\mathfrak{p}f = br^2 - 2dqr + cq^2\ , & \frac{1}{2}\mathfrak{q}\mathfrak{r}f = -aqr + epq + fpr - dp^2\ , \\
\frac{1}{2}\mathfrak{q}\mathfrak{q}f = cp^2 - 2epr + ar^2\ , & \frac{1}{2}\mathfrak{p}\mathfrak{r}f = -brp + fqr + dpq - eq^2\ , \\
\frac{1}{2}\mathfrak{r}\mathfrak{r}f = aq^2 - 2fpq + bp^2\ , & \frac{1}{2}\mathfrak{p}\mathfrak{q}f = -cpq + dpr + eqr - fr^2\ .
\end{array}$$

Aus dieser Uebersicht wird klar, dass in den Determinanten $(\omega,\ \mathfrak{q}\mathfrak{r},\ \mathfrak{r}\mathfrak{r})$ und $-(\mathfrak{q}\mathfrak{q},\ \omega,\ \mathfrak{r}\mathfrak{r})$ resp. die mit c und d bezeichneten Elemente fehlen. Wenn daher symbolisch

$$\omega\frac{d}{dc} = p\frac{d}{dc_1} + q\frac{d}{dc_2} + r\frac{d}{dc_2}\text{, etc.}$$

gesetzt wird, so ist

$$\omega\frac{d}{dc}(\mathfrak{q}\mathfrak{q},\ \mathfrak{q}\mathfrak{r},\ \mathfrak{r}\mathfrak{r}) = 2p^2(\omega,\ \mathfrak{q}\mathfrak{r},\ \mathfrak{r}\mathfrak{r})\ ,\ \omega\frac{d}{dd}(\mathfrak{q}\mathfrak{q},\ \mathfrak{q}\mathfrak{r},\ \mathfrak{r}\mathfrak{r}) = -2p^2(\mathfrak{q}\mathfrak{q},\ \omega,\ \mathfrak{r}\mathfrak{r}),$$

also

$$(\omega,\ \mathfrak{q}\mathfrak{r},\ \mathfrak{r}\mathfrak{r}) = 4p\,.\,\omega\frac{d\Psi}{dc}\ ,\ -(\mathfrak{q}\mathfrak{q},\ \omega,\ \mathfrak{r}\mathfrak{r}) = 4p\,.\,\omega\frac{d\Psi}{dd}\,.$$

Setzen wir jetzt der Kürze wegen

$$L = \omega\frac{d\Psi}{da}\ ,\ M = \omega\frac{d\Psi}{db}\ ,\ N = \omega\frac{d\Psi}{dc}\ ,\ P = \omega\frac{d\Psi}{dd}\ ,\ Q = \omega\frac{d\Psi}{de}\ ,\ R = \omega\frac{d\Psi}{df}\ ,$$

so sind diese sechs Polynome in Beziehung auf p, q, r vom vierten und in Beziehung auf die constanten Elemente vom zweiten Grade. Wir können nun leicht die drei obigen Reihen von gleichen Verhältnissen auf eine einzige Reihe zurück bringen. Es ist

$$\theta : x^2 : y^2 : z^2 : 2yz : 2zx : 2xy = \Psi : L : M : N : P : Q : R. \quad (3)$$

Wir kennen nun drei Reihen von Polynomen vierten Grades in p, q, r, die mit den Variabeln x, y, z proportional sind. Substituiren wir dieselben in der Gleichung $px + qy + rz = o$, so erhalten wir

$$\left.\begin{array}{r}
2Lp + Rq + Qr = o\ , \\
Rp + 2Mq + Pr = o\ , \\
Qp + Pq + 2Nr = o\ .
\end{array}\right\} \quad (4)$$

Diese Gleichungen müssen alle identisch sein; denn sonst hätten wir eine Endgleichung vom fünften Grade, während sie doch nothwendig vom sechsten ist. Man kann übrigens die identische Gültigkeit auch direct beweisen, indem man wiederum die obigen Determinanten an die Stelle der $L, R, \ldots$ zurück bringt und dann eine der Operationen $\mathfrak{p}, \mathfrak{q}, \mathfrak{r}$ mittelst der Gleichung $p\mathfrak{p} + q\mathfrak{q} + r\mathfrak{r} = o$ eliminirt. Betrachten wir aber nur die explicite vorhandenen p, q, r als die Variabeln und die Functionen $2L, R, \ldots$ als die Elemente des Systemes, so schliessen wir, dass je drei auf eine Horizontalreihe fallende reciproke Elemente mit p, q, r proportional sind, woraus leicht folgt, dass alle sechs reciproken Elemente

mit p^2, q^2, r^2, qr, rp, pq proportional und daher durch eben diese Grössen theilbar sind. Wir setzen demnach:

$$\left.\begin{array}{l|l|}
4\,MN - P^2 = p^2 F\,, & QR - 2\,LP = qrF\,, \\
4\,NL - Q^2 = q^2 F\,, & RP - 2\,MQ = rpF\,, \\
4\,LM - R^2 = r^2 F\,, & PQ - 2\,NR = pqF\,,
\end{array}\right. \quad (5)$$

wo F eine ganze Function sechsten Grades in p, q, r und vierten Grades in Beziehung auf die ursprünglichen Elemente bezeichnet. Es ist klar, dass alle diese Gleichungen identische sind, so gut als die Gleichungen des vorigen Systemes (4), aus dem sie geschlossen wurden. Bedenken wir jetzt, dass die Coëfficienten in den drei linearen Gleichungen (4) mit x, y, z proportional sind, und heben hiedurch die gegenseitige Unabhängigkeit von p, q, r wieder auf, so müssen alle sechs zuletzt angeführten reciproken Elemente verschwinden, was offenbar nur geschehen kann, indem

$$F(p, q, r) = o$$

wird. Ist diese Gleichung nicht identisch, sondern wird durch sie wirklich eine Abhängigkeit zwischen p, q, r gesetzt, so kann sie nichts anderes als die gesuchte Endgleichung sein. (Wäre sie aber identisch, so würde daraus folgen

$$L = \lambda^2\,,\quad M = \mu^2\,,\quad N = \nu^2\,,\quad P = 2\mu\nu\,,\quad Q = 2\nu\lambda\,,\quad R = 2\lambda\mu\,,$$

wo λ, μ, ν ganze Functionen zweiten Grades bezeichnen, und ferner

$$\lambda p + \mu q + \nu r = o$$

eine identische Gleichung. Eine solche ist aber nur möglich, indem

$$\lambda = \alpha qr\,,\quad \mu = \beta rp\,,\quad \nu = \gamma pq\,,\quad \alpha + \beta + \gamma = o$$

ist. Man hätte also

$$x : y : z = \frac{\alpha}{p} : \frac{\beta}{q} : \frac{\gamma}{r}\,.$$

Es ist nun leicht einzusehen, dass das ursprüngliche System (1), (2) keine solche Lösung haben kann.)

Wenn man L aus den Gleichungen

$$QR - 2LP = qrF\,,\quad 2Lp + Rq + Qr = o$$

eliminirt, so ergibt sich

$$pQR + qRP + rPQ = pqrF.$$

Dies ist die in §. 28 meiner Abhandlung über die Resultante gegebene Formel.

Aus dem Früheren ergibt sich leicht

$$\tfrac{1}{8}(\mathfrak{pp}, \mathfrak{qq}, \mathfrak{rr}) = -2pqr\Psi\,,$$

oder

$$\begin{vmatrix}
f_1(o, r, -q) \cdot f_1(-r, o, p) \cdot f_1(q, -p, o) \\
f_2(o, r, -q) \cdot f_2(-r, o, p) \cdot f_2(q, -p, o) \\
f_3(o, r, -q) \cdot f_3(-r, o, p) \cdot f_3(q, -p, o)
\end{vmatrix} = -2pqr\Psi.$$

Es bleibt uns noch übrig, die Bedeutung der Function Ψ zu untersuchen. Ist zugleich mit dem Systeme (1), (2) auch die Gleichung $\Psi(p, q, r) = o$ erfüllt, sind also die zwei Verhältnisse $p : q : r$ durch die zwei Gleichungen $F = o$, $\Psi = o$ bestimmt, so würde aus den Proportionen (3) $\theta = o$ folgen, wenn eine der sechs Functionen $L, \ldots$ von Null verschieden wäre; und da das Verschwinden aller ursprünglichen Variabeln $\sqrt{\theta}$, x, y, z nicht als Lösung des Systemes (1), (2) gelten darf, so müsste die Resultante der Gleichungen $f_1 = o$, $f_2 = o$, $f_3 = o$ verschwinden. Da wir aber eine solche Beschrän-

kung der Allgemeinheit der Polynome f_1, f_2, f_3 nicht vorausgesetzt haben, so bleibt uns nichts anderes übrig, als alle sechs Functionen L, . . verschwinden zu lassen. Daher der Satz:

Wenn die zwei Verhältnisse $p:q:r$ durch die Gleichungen $F=o$, $\Psi=o$ bestimmt sind, so genügen sie den sechs Gleichungen $L=o$, $M=o$, $N=o$, $P=o$, $Q=o$, $R=o$.

Noch mehr. Wir brauchen nur eine der Gleichungen (5) zu differentiiren, um einzusehen, dass alsdann auch die drei ersten Differential-Coëfficienten von F verschwinden. Wir schliessen hieraus, dass die achtzehn Lösungen des Systemes $F=o$, $\Psi=o$ paarweise zusammenfallen. Es gibt also nur neun verschiedene Lösungen.

Die Function Ψ hat noch eine andere Bedeutung. Ersetzen wir nämlich das System (1), (2) durch Folgendes:

$$D = x'\frac{d}{dx} + y'\frac{d}{dy} + z'\frac{d}{dz},$$

$$\tfrac{1}{2}Df_1 = \theta p\ ,\ \tfrac{1}{2}Df_2 = \theta q\ ,\ \tfrac{1}{2}Df_3 = \theta r\ , \quad (6)$$

$$px + qy + rz = o\ ,\ px' + qy' + rz' = o\ , \quad (7)$$

und eliminiren mittelst der Gleichungen (7) z. B. x und x' aus den Gleichungen (6), so bekommen wir, ähnlich wie oben, ein System von drei Gleichungen

$$(z\mathfrak{q} - y\mathfrak{r})(z'\mathfrak{q} - y'\mathfrak{r})f = 2\theta p^2\omega,$$

und indem wir von hier aus ganz denselben Weg befolgen, gelangen wir zu den Proportionen

$$\left.\begin{array}{l} \theta : xx' : yy' : zz' : (yz'\ y'+z) : (zx'+z'x) : (xy'+x'y) \\ =\Psi : L : M : N : \quad P \quad : \quad Q \quad : \quad R \end{array}\right\} \quad (8).$$

Die identischen Gleichungen (4) und (5) werden ihre Geltung behalten. Aber, da das System der fünf Gleichungen (6) und (7) nur gerade hinreicht, um die fünf Verhältnisse $x:y:z$, $x':y':z'$, $\theta:x'$ zu bestimmen, so bleiben p, q, r frei, und F wird im Allgemeinen nicht verschwinden. Daher werden auch, wenn wir $\Psi=o$ setzen, die sechs Functionen L, M, N, P, Q, R nicht verschwinden, und wir bekommen $\theta=o$. Also ist Ψ die Resultante der fünf Gleichungen

$$\tfrac{1}{2}Df_1 = o\ ,\ \tfrac{1}{2}Df_2 = o\ ,\ \tfrac{1}{2}Df_3 = o\ ,\ px+qy+rz=o\ ,\ px'+qy'+rz'=o.$$

Bedeuten α, β, γ willkürliche Factoren, so sind die durch die Coordinaten x, y, z und x', x', z' bestimmten Punkte P, P' ein gemeinschaftliches Paar harmonischer Pole aller in der durch die Gleichung

$$\alpha f_1 + \beta f_2 + \gamma f_3 = o$$

dargestellten Doppelschaar enthaltenen Kegelschnitte, und p, q, r sind die Linien-Coordinaten der dieses Polenpaar verbindenden Geraden PP'. Es ist bekannt, dass beide Punkte P, P' sich auf einer und derselben Curve dritten Grades bewegen, deren Gleichung

$$\varphi = \Sigma \pm \frac{df_1}{dx}\frac{df_2}{dy}\frac{df_3}{dz} = o$$

ist. Also stellt die Gleichung $\Psi=o$ die Curve dritter Classe dar, welche von allen durch die Polenpaare eines und desselben Systemes (es gibt deren drei) gelegten Geraden PP' umhüllt wird. Es ist dies dieselbe Curve, welche von Hesse in Crelle XXXVIII, S. 250—256 betrachtet wird. Dort ist ihre Gleichung aus der reducirten Form des Polynoms φ, wo alle sechs Combinationen, wie x^2y, wegfallen, hergeleitet. Hier aber haben wir Ψ ohne irgend eine besondere Annahme hinsichtlich der Polynome f_1, f_2, f_3 gefunden.

§. 2. Als Vorbereitung auf das Folgende legen wir uns die Determinante

$$\Omega = \Big((\alpha\mathfrak{p}+\beta\mathfrak{q}+\gamma\mathfrak{r})^2\ ,\ (\alpha\mathfrak{p}+\beta\mathfrak{q}+\gamma\mathfrak{r})(\alpha'\mathfrak{p}+\beta'\mathfrak{q}+\gamma'\mathfrak{r})\ ,\ (\alpha'\mathfrak{p}+\beta'\mathfrak{q}+\gamma'\mathfrak{r})^2\Big)$$

zur Reduction vor. Wir setzen

$$\left.\begin{array}{l} \alpha\mathfrak{p}+\beta\mathfrak{q}+\gamma\mathfrak{r}=\boldsymbol{D}\ , \\ \alpha'\mathfrak{p}+\beta'\mathfrak{q}+\gamma'\mathfrak{r}=\boldsymbol{D}'\ , \\ p\mathfrak{p}+q\mathfrak{q}+r\mathfrak{r}=o\ , \end{array}\right| \text{ Determ. } =\Pi, \text{ reciproke Elemente der zwei ersten Horizontalzeilen } \left\{\begin{array}{l} a\ .\ b\ .\ c \\ a'\ .\ b'\ .\ c' \end{array}\right\}.$$

Dann ist

$$\Pi\mathfrak{p}=a\boldsymbol{D}+a'\boldsymbol{D}'\ ,\ \Pi\mathfrak{q}=b\boldsymbol{D}+b'\boldsymbol{D}'\ ,\ \Pi\mathfrak{r}=c\boldsymbol{D}+c'\boldsymbol{D}'\ ,$$

also

$$\Pi^6(\mathfrak{q}\mathfrak{q},\ \mathfrak{q}\mathfrak{r},\ \mathfrak{r}\mathfrak{r})=\left((b\boldsymbol{D}+b'\boldsymbol{D}')^2\ ,\ (b\boldsymbol{D}+b'\boldsymbol{D}')(c\boldsymbol{D}+c'\boldsymbol{D}')\ ,\ (c\boldsymbol{D}+c'\boldsymbol{D}')^2\right)$$

$$=\left\|\begin{array}{ccc|ccc} b^2\ . & bc\ . & c^2 & \boldsymbol{D}^2f_1\ . & \boldsymbol{D}^2f_2\ . & \boldsymbol{D}^2f_3 \\ 2bb'\ . & bc'+b'c\ . & 2cc' & \boldsymbol{D}\boldsymbol{D}'f_1\ . & \boldsymbol{D}\boldsymbol{D}'f_2\ . & \boldsymbol{D}\boldsymbol{D}'f_3 \\ b'^2\ . & b'c'\ . & c'^2 & \boldsymbol{D}'^2f_1\ . & \boldsymbol{D}'^2f_2\ . & \boldsymbol{D}'^2f_3 \end{array}\right\|=\left|\begin{array}{ccc} b^2\ . & bc\ . & c^2 \\ 2bb'\ . & bc'+b'c\ . & 2cc' \\ b'^2\ . & b'c'\ . & c'^2 \end{array}\right|\times\Omega.$$

Die Determinante, welche hier als Factor von Ω erscheint, ist aber nach §. 29 meiner Abhandlung über die Resultante identisch mit

$$\left|\begin{array}{l} b\ .\ c \\ b'.\ c' \end{array}\right|^3=(\Pi p)^3.$$

Daher verwandelt sich die letzte Gleichung in

$$\Pi^6\ .\ 8p^3\Psi=(\Pi p)^3\ .\ \Omega\ ;$$

folglich ist

$$\Omega=8\left|\begin{array}{l} \alpha\ .\ \beta\ .\ \gamma \\ \alpha'\ .\ \beta'\ .\ \gamma' \\ p\ .\ q\ .\ r \end{array}\right|^3 .\ \Psi(p,\ q,\ r) \quad (9).$$

Es gibt eine ganze Reihe solcher Gleichungen. Wir wollen uns aber nicht dabei aufhalten, sondern jetzt den Einfluss untersuchen, den lineare Substitutionen auf die Gestaltung der Function Ψ ausüben.

Das ursprüngliche System gehe durch die linearen Substitutionen

$$t=\lambda x+\mu y+\nu z\ ,\ t'=\lambda' x+\mu' y+\nu' z\ ,\ t''=\lambda'' x+\mu'' y+\nu'' z,$$

aus einem andern Systeme

$$\varphi(t,\ t',\ t'')=0u\ ,\ \varphi'=0u'\ ,\ \varphi''=0u''\ ,\ tu+t'u'+t''u''=o$$

hervor, wo φ, φ', φ'' ebenfalls homogene ganze Functionen zweiten Grades der Variabeln t, t', t'' bezeichnen. Es sei ferner $\Psi\ (u\ ,\ u'\ ,\ u'')$ für dieses System dasselbe, was Ψ für das ursprüngliche war, und die Operationszeichen δ, δ', δ'' seien durch die Gleichung

$$\left|\begin{array}{ccc} \frac{d}{dt}\ . & \frac{d}{dt'}\ . & \frac{d}{dt''} \\ u\ . & u'\ . & u'' \\ \varepsilon\ . & \varepsilon'\ . & \varepsilon'' \end{array}\right|=\varepsilon\delta+\varepsilon'\delta'+\varepsilon''\delta''$$

definirt. Die Determinante der Substitutions-Elemente sei Λ, und die reciproken Elemente seien $l, m, n, l', \ldots$ Dann ist

$$\begin{array}{l|l|l} p=\lambda u+\lambda' u'+\lambda'' u'' & \Lambda u\ =l\,p+m\,q+n\,r & f_1=\lambda\varphi+\lambda'\varphi'+\lambda''\varphi'' \\ q=\mu u+\mu' u'+\mu'' u'' & \Lambda u'\ =l'p+m'q+n'r & f_2=\mu\varphi+\mu'\varphi'+\mu''\varphi'' \\ r=\nu u+\nu' u'+\nu'' u'' & \Lambda u''=l''p+m''q+n''r & f_3=\nu\varphi+\nu'\varphi'+\nu''\varphi''. \end{array}$$

Es ist nun leicht einzusehen, dass

$$(\mathfrak{q}\mathfrak{q},\ \mathfrak{q}\mathfrak{r},\ \mathfrak{r}\mathfrak{r})=\Lambda\ .\ \Sigma\pm\mathfrak{q}\mathfrak{q}\varphi\ .\ \mathfrak{q}\mathfrak{r}\varphi'\ .\ \mathfrak{r}\mathfrak{r}\varphi''$$

ist. Da aber $\mathfrak{q}=m\delta+m'\delta'+m''\delta''$, $\mathfrak{r}=n\delta+n'\delta'+n''\delta''$ ist, so folgt aus (9)

$$\Sigma\pm\mathfrak{q}\mathfrak{q}\varphi\,.\,\mathfrak{q}\mathfrak{r}\varphi'\,.\,\mathfrak{r}\mathfrak{r}\varphi''=8\begin{vmatrix} m\,.\,m'\,.\,m'' \\ n\,.\,n'\,.\,n'' \\ u\,.\,u'\,.\,u''\end{vmatrix}^3\Psi(u,u',u'').$$

Aber

$$\Sigma\pm mn'u''=\Lambda p\,,$$

folglich zuletzt

$$\Psi(p,q,r)=\Lambda^4\,.\,\Psi(u,u',u''),$$

oder auch

$$\Psi(p,q,r)=\Lambda\,.\,\psi(lp+mq+nr\,,\;l'p+m'q+n'r\,,\;l''p+m''q+n''r).$$

Gebrauchen wir nun die Taylor'sche Formel, um die rechte Seite dieser Gleichung nach den fallenden Potenzen von p zu entwickeln, und führen dafür die Operationszeichen

$$\mathfrak{m}=\lambda\frac{d}{d\mu}+\lambda'\frac{d}{d\mu'}+\lambda''\frac{d}{d\mu''}=-\left(m\frac{d}{dl}+m'\frac{d}{dl'}+m''\frac{d}{dl''}\right),\quad \mathfrak{n}=\Sigma\lambda\frac{d}{d\nu}$$

ein, so erhalten wir, unter Berücksichtigung von $\mathfrak{m}\Lambda=o$, $\mathfrak{n}\Lambda=o$,

$$\Psi(p,q,r)=e^{-(q\mathfrak{m}+r\mathfrak{n}):p}\,\Psi(p,o,o).$$

Wir haben nur noch nachzuweisen, dass die Operationen $\mathfrak{m}$ und $\mathfrak{n}$ auch ohne Kenntniss der Substitutions-Elemente ausgeführt werden können.

Es seien

$$\lambda\frac{d}{dt}+\lambda'\frac{d}{dt'}+\lambda''\frac{d}{dt''}=\mathrm{L}\,,\quad \mu\frac{d}{dt}+\ldots=\mathrm{M}\,,\quad \nu\frac{d}{dt}+\ldots=\mathrm{N}$$

drei neue Operationszeichen, so ist

$$f_1(x,y,z)=\tfrac{1}{2}(x\mathrm{L}+y\mathrm{M}+z\mathrm{N})^2(\lambda\varphi+\lambda'\varphi'+\lambda''\varphi''),\ \text{etc.}$$

Ferner seien T, U, V irgend drei verschiedene Combinationen zweiten Grades der Operationszeichen L, M, N, so werden alle Coëfficienten von $\Psi(p,q,r)$, als Functionen der Elemente des andern Systemes und derjenigen der Substitutionen betrachtet, die Form

$$\Sigma\pm\mathrm{T}(\lambda\varphi+\lambda'\varphi'+\lambda''\varphi'')\,.\,\mathrm{U}(\mu\varphi+\mu'\varphi'+\mu''\varphi'')\,.\,\mathrm{V}(\nu\varphi+\nu'\varphi'+\nu''\varphi'')=\Lambda\,.\,\Sigma\pm\mathrm{T}\varphi\,.\,\mathrm{U}\varphi'\,.\,\mathrm{V}\varphi''$$

haben. Uebt man nun auf einen solchen Coëfficienten in Ψ z. B. die Operation $\mathfrak{m}$ aus, so sind wegen $\mathfrak{m}\Lambda=o$ nur die Symbole T, U, V zu differentiiren. Tragen wir dies auf seine links vom Gleichheitszeichen stehende Form $\Sigma\pm\mathrm{T}f_1\,.\,\mathrm{U}f_2\,.\,\mathrm{V}f_3$, zurück, und betrachten da z. B. f_2 explicite als lineare Function von μ, μ', μ'' und quadratische von t, t', t'', so brauchen wir die Operation $\mathfrak{m}$ nicht auf die explicite vorhandenen μ, μ', μ'', sondern nur auf die Symbole T, U, V auszuüben. Obschon also eigentlich z. B.

$$\mathfrak{m}(\mathrm{T}f_2)=\mathrm{T}f_1+\mu\mathfrak{m}\mathrm{T}\varphi+\mu'\mathfrak{m}\mathrm{T}\varphi'+\mu''\mathfrak{m}\mathrm{T}\varphi''$$

wäre, so werden wir doch das erste Glied $\mathrm{T}f_1$ weglassen und nur $(\mathfrak{m}\mathrm{T})f_2$ setzen. Nun ist $\mathrm{T}f_2$ ein Element von $f_2(x,y,z)$ und $(\mathfrak{m}\mathrm{T})f_2$ ein anderes desselben Polynoms, worin der auf y bezügliche Zeiger um 1 vermindert, und der auf x bezügliche um 1 vermehrt ist, multiplicirt mit dem anfänglichen auf y bezüglichen Zeiger. Drücken wir, um dies ganz deutlich zu machen, irgend ein Glied eines der drei ursprünglichen Polynome f durch

$$\frac{2!}{\alpha!\,\beta!\,\gamma!}\{\alpha,\beta,\gamma\}\,x^\alpha y^\beta z^\gamma\,,\quad[\alpha+\beta+\gamma=2]$$

aus, so ist

$$\{\alpha,\beta,\gamma\}=\tfrac{1}{2}\mathrm{L}^\alpha\mathrm{M}^\beta\mathrm{N}^\gamma f\,,\ \text{und}\ \mathfrak{m}\{\alpha,\beta,\gamma\}=\beta\,.\,\tfrac{1}{2}\mathrm{L}^{\alpha+1}\mathrm{M}^{\beta-1}\mathrm{N}^\gamma f=\beta\,.\,\{\alpha+1,\beta-1,\gamma\}.$$

Für $q=o$, $r=o$ ist nun

$$\mathfrak{q}=p\frac{d}{dz}\,,\quad \mathfrak{r}=-p\frac{d}{dy}\,;$$

folglich

$$8p^3\Psi(p,o,o)=p^6\left(\frac{d^2}{dz^2}\,,\,-\frac{d^2}{dy\,dz}\,,\,\frac{d^2}{dy^2}\right)=p^6\left(\frac{d^2}{dy^2}\,,\,\frac{d^2}{dy\,dz}\,,\,\frac{d^2}{dz^2}\right),$$

also

$$\Psi(p,o,o)=p^3\Sigma\pm b_1d_2c_3=bdcp^3\,,$$

wenn bdc als symbolische Bezeichnung einer Determinante gilt. Die Function $\Psi(p,q,r)$ ist also endlich durch folgende symbolische Formeln definirt:

$$\mathfrak{m}=a\frac{d}{df}+2f\frac{d}{db}+e\frac{d}{dd}\,,\quad \mathfrak{n}=a\frac{d}{de}+f\frac{d}{dd}+2e\frac{d}{dc}\,,$$

$$\Psi(p,q,r)=p^3\,.\,e^{-(q\mathfrak{m}+r\mathfrak{n}):p}\,bdc.$$

Führt man die Rechnung aus und behält der Kürze wegen die symbolische Bezeichnung der Determinanten bei, so erhält man

$$\left.\begin{aligned}\Psi=bdcp^3&-(2ade+cfa)q^2r+(2adf+bea)qr^2+(4def-abc)pqr\\ +ceaq^3&-(2bef+adb)r^2p+(2bed+cfb)rp^2\\ +afbr^3&-(2cfd+bec)p^2q+(2cfe+adc)pq^2\end{aligned}\right\},$$

$$\left.\begin{aligned}L=ce\omega\,.\,q^3&-(2\omega de+cf\omega)q^2r+(2\omega df+be\omega)qr^2-\omega bc\,.\,pqr\\ +\omega fb\,.\,r^3&-\omega db\,.\,r^2p+\omega dc\,.\,pq^2\end{aligned}\right\},\ \text{etc.}$$

$$\left.\begin{aligned}P=b\omega c\,.\,p^3&-2a\omega e\,.\,q^2r-a\omega b\,.\,r^2p-2cf\omega\,.\,p^2q+4\omega ef\,.\,pqr\\ &+2a\omega f\,.\,qr^2+2be\omega\,.\,rp^2+a\omega c\,.\,pq^2\end{aligned}\right\},\ \text{etc.}$$

Es seien $\rho, \rho', \rho'', \sigma, \sigma', \sigma''$ Polynome vierten Grades in u, u', u'' von derselben Bedeutung im zweiten Systeme, wie L, M, N, P, Q, R im ursprünglichen, so dass

$$\theta:t^2:t'^2:t''^2:2t't'':2t''t:2tt'=\psi:\rho:\rho':\rho'':\sigma:\sigma':\sigma''$$

wird, so ist

$$L=\Lambda^2(l^2\rho+l'^2\rho'+l''^2\rho''+l'l''\sigma+l''l\sigma'+ll'\sigma''),\ \text{etc.}$$

$$P=\Lambda^2\big(2mn\rho+2m'n'\rho'+2m''n''\rho''+(m'n''+m''n')\sigma+(m''n+mn'')\sigma'+(mn'+m'n)\sigma''\big),\ \text{etc.}$$

$$2\lambda L+\mu R+\nu Q=\Lambda^3(2l\rho+l'\sigma''+l''\sigma'),\ \text{etc.},$$

$$F(p,q,r)=\Lambda^6\Phi(u,u',u''),$$

wenn Φ die Resultante des zweiten Systemes bezeichnet; also

$$F(p,q,r)=p^6\,.\,e^{-(q\mathfrak{m}+r\mathfrak{n}):p}\,\Phi(l,l',l'').$$

Aber $\Phi(l,l',l'')=F(p,o,o):p^6$ ist die Resultante der Gleichungen

$$b_2y^2+2d_2yz+c_2z^2=o\,,\quad b_3y^2+2d_3yz+c_3z^2=o.$$

Soll völlige Uebereinstimmung mit den Formeln (5) Statt finden, so muss man

$$4(d_2c_3-d_3c_2)(b_2d_3-b_3d_2)-(b_2c_3-b_3c_2)^2$$

als Coëfficient von p^6 in F annehmen. Aus diesem können dann alle übrigen Coëfficienten mittelst der Operationen $\mathfrak{m}$, $\mathfrak{n}$ berechnet werden. Aber dann afficiren diese nicht bloss die Zeiger der ursprünglichen Elemente, wie es oben bei der Entwickelung von Ψ der Fall war, sondern auch den Rang. Es ist z. B.

$$\mathfrak{m}f_2=a_2+f_1\,,\quad \mathfrak{m}b_2=2f_2+b_1\,,\quad \mathfrak{m}d_2=e_2+d_1\,,$$

$$\mathfrak{m}a_2=a_1\,,\quad \mathfrak{m}e_2=e_1\,,\quad \mathfrak{m}c_2=c_1\,,$$

dagegen einfach

$$\mathfrak{m} f_1 = a_1, \text{ etc.}, \ \mathfrak{m} a_1 = o, \text{ etc.},$$

ebenso

$$\mathfrak{n} e_3 = a_3 + e_1, \text{ u. s. f.}$$

§. 3. Es seien jetzt $3f_1$, $3f_2$, $3f_3$ die nach den Variabeln x, y, z genommenen Differential-Coëfficienten des Polynoms f der allgemeinen Gleichung einer Curve dritten Grades. Dann ist $F(p, q, r) = o$ die Classengleichung derselben Curve, und da $p\,dx + q\,dy + r\,dz = o$ ist, so wird wegen $px + qy + rz = o$ auch $x\,dp + y\,dq + z\,dr = o$. Denkt man sich für x, y, z die mit diesen Variabeln proportionalen Functionen von p, q, r gesetzt, so ist $x\,dp + y\,dq + z\,dr = o$ die Differential-Gleichung der ursprünglichen Curve in Beziehung auf ihre Classe. Sie hat die drei Formen

$$2L\,dp + R\,dq + Q\,dr = o, \quad R\,dp + 2M\,dq + P\,dr = o, \quad Q\,dp + P\,dq + 2N\,dr = o. \quad (a)$$

Diese Differential-Gleichung wird, wie wir gesehen haben, mit Null identisch, wenn die Verhältnisse $p : q : r$ den zwei Gleichungen $F = o$, $\Psi = o$ genügen. Durch diesen Umstand sind vielfache Tangenten der ursprünglichen Curve angezeigt. Da die Curve dritten Grades keine Doppeltangenten hat, so sind es ihre Wendungs-Tangenten. Hieraus folgt der Satz:

Die durch die Gleichung $\Psi(p, q, r) = o$ dargestellte Curve dritter Classe wird von sämmtlichen Wendungs-Tangenten der ursprünglichen Curve dritten Grades berührt. Sie ist übrigens durch diese neun Tangenten hinreichend bestimmt, wie wir unten zeigen werden.

Wir müssen ferner schliessen, dass, wenn p, q, r den Gleichungen $F = o$, $\Psi = o$ genügen, aber dp, dq, dr unter sich unabhängig sind, die Ausdrücke zweiter Ordnung, wie

$$2\,dL \,.\, dp + dR \,.\, dq + dQ \,.\, dr,$$

Quadrate sind. Ein directer Beweis hievon ist zu wünschen.

Wir lassen hier noch eine andere Aufgabe ungelöst. Die Gleichung $F = o$ ist nämlich nur ein particuläres Integral der Gleichungen (a). Man kann aber von jeder derselben das allgemeine Integral verlangen. Wenn f die reducirte Form hat, so ist es leicht, die drei allgemeinen Integrale der Gleichungen (a) zu finden. Aber es scheint nicht möglich, von da auf die allgemeinen Integrale, welche der vollständigen Form von f entsprechen, zurück zu gehen.

Theils um schon Gesagtes zu verificiren, theils um auf den letzten §. vorzubereiten, setzen wir unbeschadet der Freiheit der ursprünglichen Curve dritten Grades, die reducirte Form ihrer Gleichung

$$f = x^3 + y^3 + z^3 + 6\varkappa xyz = o$$

voraus. Werfen wir dann, um die früheren allgemeinen Formeln anwenden zu können, einen Blick auf das Schema

	a	b	c	d	e	f
x	1	o	o	$\varkappa$	o	o
y	o	1	o	o	$\varkappa$	o
z	o	o	1	o	o	$\varkappa$

so bekommen wir

$$\Psi = -\varkappa(p^3 + q^3 + r^3) - (1 - 4\varkappa^3)\,pqr,$$

$$\begin{aligned} L &= -p^2qr - 2\varkappa p(q^3 + r^3) - 4\varkappa^2 q^2 r^2, & P &= p(q^3 + r^3 - p^3) + 4\varkappa q^2 r^2 + 4\varkappa^2 p^2 qr, \\ M &= -pq^2r - 2\varkappa q(r^3 + p^3) - 4\varkappa^2 r^2 p^2, & Q &= q(r^3 + p^3 - q^3) + 4\varkappa r^2 p^2 + 4\varkappa^2 pq^2 r, \\ N &= -pqr^2 - 2\varkappa r(p^3 + q^3) - 4\varkappa^2 p^2 q^2, & R &= r(p^3 + q^3 - r^3) + 4\varkappa p^2 q^2 + 4\varkappa^2 pqr^2, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F = & -p^6 - q^6 - r^6 + 2(1+16\varkappa^3)(q^3r^3 + r^3p^3 + p^3q^3) + 24\varkappa^2 pqr(p^3+q^3+r^3) + 24\varkappa(1+2\varkappa^3)p^2q^2r^2 \\ = & 4(1+8\varkappa^3)(q^3r^3 + r^3p^3 + p^3q^3 + 6\varkappa p^2q^2r^2) - (p^3+q^3+r^3-12\varkappa^2 pqr)^2 \\ = & 4(1+8\varkappa^3)(qr+2\varkappa p^2)^3 - (q^3+r^3-(1+16\varkappa^3)p^3-12\varkappa^2 pqr)^2 \\ = & 4(1+8\varkappa^3)(rp+2\varkappa q^2)^3 - (r^3+p^3-(1+16\varkappa^3)q^3-12\varkappa^2 pqr)^2 \\ = & 4(1+8\varkappa^3)(pq+2\varkappa r^2)^3 - (p^3+q^3-(1+16\varkappa^3)r^3-12\varkappa^2 pqr)^2. \end{aligned}$$

Die drei letzten Formen von F lassen die Wendungs-Tangenten erkennen. Bleiben wir bei der ersten Form, so haben die zwei Gleichungen

$$qr + 2\varkappa p^2 = o \ , \ q^3 + r^3 - (1+16\varkappa^3)p^3 - 12\varkappa^2 pqr = o$$

die sechs Lösungen

$$\begin{aligned} p:q:r &= 1:1:-2\varkappa \ , \ = i:i^2:-2\varkappa \ , \ = i^2:i:-2\varkappa \ , \\ &= 1:-2\varkappa:1 \ , \ = i:-2\varkappa:i^2 \ , \ = i^2:-2\varkappa:i \ , \end{aligned}$$

wo i die imaginäre Kubikwurzel der positiven Einheit bezeichnet. Die Wendepunkte selbst ergeben sich durch Differentiation der zweiten Gleichung aus den Proportionen

$$x:y:z = \big(-(1+16\varkappa^3)p^2 - 4\varkappa^2 qr\big) : (q^2 - 4\varkappa^2 pr) : (r^2 - 4\varkappa^2 pq).$$

Durch Substitution der vorigen Lösungen erhält man

$$\begin{aligned} x:y:z &= -1:1:o \ , \ = -i^2:i:o \ , \ = -i:i^2:o \ , \\ &= -1:o:1 \ , \ = -i^2:o:i \ , \ = -i:o:i^2 \ . \end{aligned}$$

Die sechs hierher gehörenden Wendepunkte sind also durch die zwei Systeme

$$\left\{\begin{aligned} x^3 + y^3 &= o \\ z &= o \end{aligned}\right\} \text{ und } \left\{\begin{aligned} x^3 + z^3 &= o \\ y &= o \end{aligned}\right\}$$

bestimmt.

Combiniren wir die Gleichungen $F=o$, $\Psi=o$, so bekommen wir

$$\varkappa^2 F + \Psi^2 + 2(1+8\varkappa^3)pqr\Psi = (1+8\varkappa^3)\{4\varkappa^2(q^3r^3+r^3p^3+p^3q^3) - (1-16\varkappa^3)p^2q^2r^2\} = o.$$

Wir dürfen also setzen:

$$pqr = -2\varkappa \ , \ p^3+q^3+r^3 = 2-8\varkappa^3 \ , \ q^3r^3+r^3p^3+p^3q^3 = 1-16\varkappa^3.$$

Dann sind p^3, q^3, r^3 die Wurzeln der Gleichung

$$x^3 - (2-8\varkappa^3)x^2 + (1-16\varkappa^3)x + 8\varkappa^3 = (x-1)^2(x+8\varkappa^3) = o.$$

Man kann also setzen

$$p = -8\varkappa^3 \ , \ q^3 = 1 \ , \ r^3 = 1 \ ,$$

mit Permutationen, also im Ganzen sechs Systeme, wovon je zwei coincidiren. Setzt man $p = -2\varkappa$, so wird $qr = 1$. Man hat also

$$p:q:r = -2\varkappa:1:1 \ , \ = -2\varkappa:i:i^2 \ , \ = -2\varkappa:i^2:i \ ,$$

im Ganzen nur neun verschiedene Lösungen. Von den achtzehn Lösungen des Systemes $F=o$, $\Psi=o$ fallen also je zwei zusammen. Dies wird dadurch bestätigt, dass die Differential-Gleichung erster Ordnung von $F=o$ identisch wird. Das System ist nämlich vermöge dieses Umstandes auch noch erfüllt, wenn die Variabeln Incremente erster Ordnung erhalten, welche der Gleichung $d\Psi = o$ genügen. Für $p:q:r = -2\varkappa:1:1$ wird diese Differential-Gleichung $dp + \varkappa dq + \varkappa dr = o$.

Substituirt man irgend eine der obigen neun Lösungen in den sechs Polynomen $L, M, \ldots$, so verschwinden alle, wie oben vorausgesagt wurde.

Wir wollen jetzt eine der drei Differential-Gleichungen (a), welche durch $F = o$ befriedigt werden, z. B. die erste

$$2 L\,dp + R\,dq + Q\,dr = o$$

direct integriren. Da $2Lp + Rq + Qr = o$ ist, so muss die Integral-Function vom o^{ten} Grade sein. Man findet

$$2 L\,dp + R\,dq + Q\,dr = \tfrac{2}{3}(qr + 2\varkappa p^2)^{5/2}\, d\,\frac{q^3 + r^3 - (1 + 16\varkappa^3)p^3 - 12\varkappa^2 pqr}{(qr + 2\varkappa p^2)^{3/2}}\,.$$

Die durch die Gleichung $\Psi = o$ dargestellte Curve dritter Classe ist durch die neun Wendungs-Tangenten der ursprünglichen Curve dritten Grades, welche sie berühren soll, völlig bestimmt. Denn, wenn man eine kubische Gleichung mit unbestimmten Coëfficienten hinsetzt und für p, q, r nach und nach die von den obigen neun Lösungen gelieferten Werthe substituirt, so findet man als Werth der Determinante neunter Ordnung, welche dem gesuchten Coëfficienten von p^3 entspricht,

$$\sqrt{-3^9 \,.\, 2\varkappa \,.\, (1 + 8\varkappa^3)^6}.$$

Also sind die neun Gleichungen, welche zur Bestimmung der Coëfficienten dienen sollen, sämmtlich von einander unabhängig.

§. 4. Die Function Ψ steht noch in einer andern merkwürdigen Beziehung zur Theorie der Wendepunkte der Curven dritten Grades. Da nämlich die Gleichung $\Psi(p, q, r) = o$ durch die neun Wendungs-Tangenten befriedigt wird, so ist klar, dass, wenn nun für p, q, r die abgeleiteten Polynome f_1, f_2, f_3 substituirt werden, die sich ergebende Gleichung sechsten Grades in x, y, z durch die neun Wendepunkte ebenfalls muss befriedigt werden. Es tritt aber noch der merkwürdige Umstand hinzu, dass diese Gleichung in zwei Gleichungen dritten Grades zerfällt, und somit zwei neue Curven dritten Grades darstellt, von denen jede ihre Wendepunkte mit der ursprünglichen Curve gemein hat. Um diese Eigenschaft der Function Ψ noch bestimmter anzugeben, nennen wir $f(x, y, z)$ das ursprünglich gegebene Polynom dritten Grades, setzen

$$df = 3(f_1\,dx + f_2\,dy + f_3\,dz)$$

und

$$\varphi = \tfrac{1}{8}\Sigma \pm \frac{df_1}{dx}\frac{df_2}{dy}\frac{df_3}{dz} = \tfrac{1}{216}\nabla f,$$

wo ∇ das Zeichen einer Functional-Determinante ist. Dann ist identischer Weise

$$-\Psi(f_1, f_2, f_3) = \alpha f^2 + \varphi^2, \quad (1)$$

wo α eine bekannte Function vierten Grades der ursprünglichen Elemente bezeichnet, nämlich dieselbe, welche in der Hesse'schen Formel

$$\tfrac{1}{2}\nabla\varphi = 4\alpha^2 f + \beta\varphi \quad (2)$$

vorkömmt, wo wiederum β eine ganze Function sechsten Grades derselben ursprünglichen Elemente bezeichnet. Die Constanten α und β dienen dann ferner zur Bestimmung des Factors λ, welcher das Polynom $\lambda f + \varphi$ in drei lineare Factoren zerlegbar macht. Werden nämlich die Wurzeln der Gleichung

$$(x + 4\alpha)^3 = 64\alpha^3 + \beta^2$$

mit $\gamma, \gamma', \gamma''$ bezeichnet, so ist

$$-6\lambda = \sqrt{\gamma} + \sqrt{\gamma'} + \sqrt{\gamma''},$$

wo man die Vorzeichen der Quadratwurzeln so zu nehmen hat, dass ihr Product gleich β wird. Unsere Formel (1) kann somit zur numerischen Berechnung von α gebraucht werden und gewährt hierin einen

Vortheil vor der Formel (2), welche das Vorzeichen von α unsicher lässt. Man könnte zwar diesem Uebelstande durch Berechnung der Resultante $\rho = 64\alpha^3 + \beta^2$ des Polynoms f begegnen; indess scheint mir dieses schwieriger als die Anwendung der Formel (1).

Um diese zu beweisen, wählen wir die reducirte Form des Polynoms f und setzen wie oben $f = x^3 + y^3 + z^3 + 6\varkappa xyz$. Dann haben wir in

$$\Psi = -\varkappa(f_1^3 + f_2^3 + f_3^3) - (1 - 4\varkappa^3) f_1 f_2 f_3$$

die Gleichungen

$$f_1 = x^2 + 2\varkappa yz \;,\; f_2 = y^2 + 2\varkappa zx \;,\; f_3 = z^2 + 2\varkappa xy$$

zu substituiren und bekommen

$$\Psi = -\varkappa(\Sigma x^3)^2 + (-10\varkappa^2 + 16\varkappa^5) xyz\,\Sigma x^3 + (-1 - 40\varkappa^3 + 32\varkappa^6) x^2 y^2 z^2.$$

Vergleichen wir hiemit die Quadrate der Polynome f und

$$\varphi = -\varkappa^2(x^3 + y^3 + z^3) + (1 + 2\varkappa^3) xyz \;,$$

so finden wir

$$\Psi + \varkappa(1 - \varkappa^3) f^2 + \varphi^2 = o.$$

Wir haben ferner

$$\tfrac{1}{2}\nabla\varphi = 4\varkappa^2(1 - \varkappa^3)^2 f + (1 - 20\varkappa^3 - 8\varkappa^6)\varphi.$$

Die Formel (1) ist somit für die reducirte Form verificirt. Es ist zugleich

$$1 - 20\varkappa^3 - 8\varkappa^6 = (1 - 2\varkappa - 2\varkappa^2)(1 - 2\varkappa i - 2\varkappa^2 i^2)(1 - 2\varkappa i^2 - 2\varkappa^2 i),$$
$$64\varkappa^3(1 - \varkappa^3)^3 + (1 - 20\varkappa^3 - 8\varkappa^6)^2 = (1 + 8\varkappa^3)^3$$

= der Resultante von f, wie in §. 17, III, der Abhandlung über die Resultante gezeigt worden ist. Endlich ist

$$f + \varkappa^2\varphi$$

in die linearen Factoren x, y, z zerlegbar. Setzen wir nun $t, t', t'', u, u', u'', \bar{\varphi}, \psi$ an die Stelle von $x, y, z, p, q, r, \varphi, \Psi$, indem wir die letzteren Zeichen für die allgemeine Form der ursprünglichen Gleichung gebrauchen, und lassen die obigen linearen Substitutionen eintreten, so wird

$$\varphi = \Lambda^2\bar{\varphi} \;,\; \nabla\varphi = \Lambda^8\nabla\bar{\varphi} \;,\; \Psi = \Lambda^4\psi \;,$$

die Resultante von f wird

$$\rho = \Lambda^{12}(1 + 8\varkappa^3)^3.$$

Die zuerst aufgestellten Formeln sind also richtig, wenn wir

$$\alpha = \Lambda^4\varkappa(1 - \varkappa^3) \;,\; \beta = \Lambda^6(1 - 20\varkappa^3 - 8\varkappa^6) \;,\; \lambda = \Lambda^2\varkappa^2,$$
$$\sqrt{\gamma} = \Lambda^2(1 - 2\varkappa - 2\varkappa^2) \;,\; \sqrt{\gamma'} = \Lambda^2(i - 2\varkappa i^2 - 2\varkappa^2) \;,\; \sqrt{\gamma''} = \Lambda^2(i^2 - 2\varkappa i - 2\varkappa^2)$$

annehmen.

Ich schliesse mit einer Bemerkung, die sich an das zu Ende von §. 1 Gesagte anknüpft. Wenn für f die reducirte Form vorausgesetzt wird, und man nennt $x, y, z;\ x', y', z'$ die Coordinaten eines auf der Curve $\varphi = o$ liegenden Punktenpaares, in welchem dieselbe von der Tangente (p, q, r) der Curve $\psi = o$ geschnitten wird, x'', y'', z'' die Coordinaten des dritten Durchschnittspunktes, so sind diese, wenn man die jenes Punktenpaares als bekannt voraussetzt, durch die zwei Gleichungen

$$px'' + qy'' + rz'' = o \;,\; xx'x'' + yy'y'' + zz'z'' = o$$

bestimmt. Sieht man in der zweiten Gleichung nur x'', y'', z'' als variabel an, so stellt sie ebenfalls eine Tangente der Curve $\psi = o$ dar. Denn es ist

$$\psi(xx', yy', zz') = o.$$

Dass übrigens der Berührungspunkt der ersten Tangente (p, q, r) dem dritten Durchschnittspunkt in Beziehung auf die gepaarten Durchschnittspunkte harmonisch zugeordnet ist, ist geometrisch leicht ersichtlich.

Fortsetzung der Abhandlung über eine merkwürdige Art, die Classengleichung einer Curve dritten Grades zu finden.

Wir haben oben die Function Ψ nicht rein, sondern mit p^3, etc., pqr multiplicirt, in Form einer Determinante dritter Ordnung dargestellt und dann die Function F aus Ψ hergeleitet, wobei wir ebenfalls nur Ausdrücke für $p^2 F, \ldots, qr F, \ldots$, aber nicht für die reine Function F bekamen. Wir wollen nun die reine Function Ψ unmittelbar in Form einer symmetrischen Determinante sechster Ordnung, und F zwar mittelbar, aber ebenfalls in der symmetrischen Form einer Determinante vierter Ordnung darstellen, deren Elemente zum Theil die zweiten Differential-Coëfficienten einer Determinante V von übereinstimmender Form sind. Dies ist der eine Zweck dieser Fortsetzung. Der andere ist, den merkwürdigen Zusammenhang nachzuweisen, welcher zwischen den Functionen Ψ, F und den aus der Theorie der Wendungspunkte der Curven dritten Grades bekannten Superdeterminanten vierten und sechsten Grades, die wir oben mit α und β bezeichnet haben, besteht.

§. 1. Das Polynom F unter der Form einer Determinante vierter Ordnung.

Es sei $ax^2+by^2+cz^2+2dyz+2ezx+2fxy=o$ die Gleichung eines Kegelschnittes, $px+qy+rz=o$ diejenige einer Tagente desselben und w eine neue Variable, so bestehen die vier Gleichungen

$$\begin{aligned} px+qy+rz&=o,\\ pw+ax+fy+ez&=o,\\ qw+fx+by+dz&=o,\\ rw+ex+dy+cz&=o. \end{aligned}$$

Eliminirt man aus diesen die drei Verhältnisse $w:x:y:z$, so erhält man

$$-\begin{vmatrix} . & p & q & r \\ p & a & f & e \\ q & f & b & d \\ r & e & d & c \end{vmatrix} = (bc-d^2)p^2+\ldots+2(ef-ad)qr+\ldots=o$$

als Classengleichung des Kegelschnittes.

Nun sei $f(x,y,z)=o$ die Gleichung einer Curve dritten Grades,

$$-\tfrac{1}{3}\,df = f_1dx+f_2dy+f_3dz,\quad -\tfrac{1}{2}\,df_1 = f_{11}dx+f_{12}dy+f_{13}dz, \text{ etc.}$$

Dann stellt die Gleichung

$$f_{11}x'^2+f_{22}y'^2+f_{33}z'^2+2f_{23}y'z'+2f_{31}z'x'+2f_{12}x'y'=o,$$

wenn darin x, y, z als Coordinaten eines festen Pols P und x', y', z' als variable Coordinaten gedacht werden, den Polarkegelschnitt von P in Beziehung auf die Curve (f) dar. Setzen wir nun

$$px' + qy' + rz' = o$$

als Gleichung einer Tangente dieses Kegelschnittes, so wird

$$V = -\begin{vmatrix} \cdot & p & q & r \\ p & f_{11} & f_{12} & f_{13} \\ q & f_{21} & f_{22} & f_{23} \\ r & f_{31} & f_{32} & f_{33} \end{vmatrix} = o \quad \text{(a)}$$

die Classengleichung dieses Kegelschnittes. Sie ist aber nicht nur in Beziehung auf die Liniencoordinaten p, q, r, sondern auch in Beziehung auf die Coordinaten x, y, z des Poles P vom zweiten Grade. Wenn wir daher jetzt p, q, r als constant und x, y, z als variabel denken, so gibt dieselbe Gleichung $V = o$ wieder ein Kegelschnitt (V) als Ort des Poles P, dessen Polare fortwährend die feste Gerade (p, q, r) berührt. **Ist nun diese eine Tangente der ursprünglichen Curve (f), so geht der Ortskegelschnitt (V) durch ihren Berührungspunkt und wird von ihr hier ebenfalls berührt.** Also auch umgekehrt: wenn die feste Gerade (p, q, r) den ihr entsprechenden Ortskegelschnitt (V) berührt, so ist sie eine Tangente der ursprünglichen Curve (f). Wenn wir daher in der Classengleichung des Ortskegelschnittes die variabeln Liniencoordinaten mit den constanten p, q, r zusammenfallen lassen, so bekommen wir eine Bedingung für eine Tangente der ursprünglichen Curve (f). Also ist

$$F(p, q, r) = -\begin{vmatrix} \cdot & p & q & r \\ p & \frac{d^2 V}{dx^2} & \frac{d^2 V}{dx\,dy} & \frac{d^2 V}{dx\,dz} \\ q & \frac{d^2 V}{dy\,dx} & \frac{d^2 V}{dy^2} & \frac{d^2 V}{dy\,dz} \\ r & \frac{d^2 V}{dz\,dx} & \frac{d^2 V}{dz\,dy} & \frac{d^2 V}{dz^2} \end{vmatrix} = o \quad \text{(b)}$$

die Classengleichung der ursprünglichen Curve. Die analytische Herleituug dieses Ausdruckes für F wird zeigen, dass kein numerischer Factor beizufügen ist.

Um den Gang des Beweises nicht durch eine Digression zu unterbrechen, unterliessen wir es, die Behauptung zu begründen, dass, wenn die feste Gerade (p, q, r) die ursprüngliche Curve im Punkte (x, y, z) berühre, auch der Ortskegelschnitt (V) Tangente und Berührungspunkt gemein habe. Obschon dies für die geometrische Anschauung klar genug wird, wenn man den Pol P ein Element der ursprünglichen Curve durchlaufen lässt, so wollen wir es doch noch durch die analytische Betrachtung der Gleichung $V = o$ verificiren. Es seien x, y, z die Coordinaten des Punktes Q, in welchem die feste Gerade (p, q, r) die ursprüngliche Curve berührt, folglich $p : q : r = f_1 : f_2 : f_3$, ferner $x + hx', y + hy', z + hz'$ die Coordinaten eines Punktes P der Curve (V). Wir denken uns in der Gleichung $V = o$ die Grössen p, q, r durch f_1, f_2, f_3 ersetzt, multipliciren die drei letzten Verticalzeilen resp. mit x, y, z und subtrahiren ihre Summe von der ersten Verticalzeile und wiederholen dann dieselbe Operation in Beziehung auf die Horizontalzeilen, so fallen aus der Function V die von h freien Glieder weg, und wir dürfen h als verschwindend annehmen. Vernachlässigen wir dann die Glieder in h^2, h^3, etc., so erhalten wir für den Punkt P

$$V = h(x'f_1 + y'f_2 + z'f_3)\varphi = o,$$

wo 216φ die Functional-Determinante von f bezeichnet. Wenn also der Punkt Q nicht zugleich auf der Curve $\varphi = o$ liegt, d. h. wenn er kein Wendungspunkt der ursprünglichen Curve ist, so ist

$$(x + hx')f_1 + (y + hy')f_2 + (z + hz')f_3 = h(x'f_1 + y'f_2 + z'f_3)$$

eine Grösse von der Ordnung h^2, d. h. wenn der Abstand QP von der ersten Ordnung ist, so weicht P nur um eine Grösse zweiter Ordnung von der Geraden (p, q, r) ab. Diese wird also vom Kegelschnitt (V) in Q berührt.

Es mag noch bemerkt werden, dass die Functional-Determinante von V gleich $2\Psi^2$ ist. Wenn also der Kegelschnitt (V) aus zwei Geraden bestehen soll, so muss die entsprechende feste Gerade (p, q, r) zwei zugeordnete Pole, die der ganzen Doppelschaar von Polarkegelschnitten der ursprünglichen Curve gemeinsam sind, verbinden. Bekanntlich liegen diese zugeordneten Pole auf der Curze $\varphi = o$. Die in denselben an diese Curve gezogenen Tangenten machen dann zusammen den Kegelschnitt (V) aus.

Der Kegelschnitt (V) berührt die Curve $\varphi = o$ in den drei Punkten, welche in Beziehung auf die ursprüngliche Curve zugeordnete Pole sind zu den drei anderen Punkten, in denen die Gerade (p, q, r) die Curve φ schneidet. Dies hat Hesse (Crelle XXXVI, S. 164) gezeigt.

Wir wollen nun die Formel (b) auf rein analytischem Wege aus denen im ersten Theile dieser Abhandlung herleiten. Es war dort

$$4rL = (\omega, \mathfrak{p}\mathfrak{p}, \mathfrak{p}\mathfrak{q}).$$

Wenn man nun das vollständige Schema der Determinante hinschreibt und die Operationszeichen $\mathfrak{p}$, $\mathfrak{q}$ nur einmal explicite schreibt, z. B. $\mathfrak{p}f_1 = 2(rf_{12} - qf_{13})$, $\mathfrak{q}f_1 = 2(pf_{13} - rf_{11})$, so erhält man

$$rL = \begin{vmatrix} p & . & r\mathfrak{p}f_{12} - q\mathfrak{p}f_{13} & . & p\mathfrak{p}f_{13} - r\mathfrak{p}f_{11} \\ q & . & r\mathfrak{p}f_{22} - q\mathfrak{p}f_{23} & . & p\mathfrak{p}f_{23} - r\mathfrak{p}f_{21} \\ r & . & r\mathfrak{p}f_{32} - q\mathfrak{p}f_{33} & . & p\mathfrak{p}f_{33} - r\mathfrak{p}f_{31} \end{vmatrix},$$

und wenn man diese Determinante, nach Art der Multiplication zusammengesetzter Grössen, in Determinanten mit einfachen Verticalzeilen entwickelt, so bemerkt man, dass diese sich zu einer Determinante vierter Ordnung zusammensetzen, nämlich

$$L = -\begin{vmatrix} . & p & q & r \\ p & \mathfrak{p}f_{11} & \mathfrak{p}f_{12} & \mathfrak{p}f_{13} \\ q & \mathfrak{p}f_{21} & \mathfrak{p}f_{22} & \mathfrak{p}f_{23} \\ r & \mathfrak{p}f_{31} & \mathfrak{p}f_{32} & \mathfrak{p}f_{33} \end{vmatrix},$$

oder mit Rücksicht auf die Gleichung (a),

$$L = \tfrac{1}{2}\mathfrak{p}\mathfrak{p}V.$$

Ferner war oben

$$4pP = (\omega, \mathfrak{q}\mathfrak{q}, \mathfrak{r}\mathfrak{r}),$$

also

$$pP = |\omega \,.\, p\mathfrak{q}f_{i3} - r\mathfrak{q}f_{i1} \,.\, q\mathfrak{r}f_{i1} - p\mathfrak{r}f_{i2}|,$$

wo die rechte Seite die Determinante bedeutet, deren drei Horizontalzeilen sich ergeben, indem man zuerst $\omega=p$, $i=1$, dann $\omega=q$, $i=2$, und endlich $\omega=r$, $i=3$ setzt. Die Zerlegung in Determinanten mit einfachen Verticalzeilen gibt

$$\begin{aligned} pP = {} & pq|\omega \,.\, \mathfrak{q}f_{i3} \,.\, \mathfrak{r}f_{i1}| - p^2|\omega \,.\, \mathfrak{q}f_{i3} \,.\, \mathfrak{r}f_{i2}| \\ & - qr|\omega \,.\, \mathfrak{q}f_{i1} \,.\, \mathfrak{r}f_{i1}| + pr|\omega \,.\, \mathfrak{q}f_{i1} \,.\, \mathfrak{r}f_{i2}|. \end{aligned}$$

Wir haben es zunächst mit der Verwandlung des dritten Gliedes auf der rechten Seite zu thun. Da überhaupt $p\mathfrak{p} + q\mathfrak{q} + r\mathfrak{r} = o$ ist, so hat man

$$-q\mathfrak{q}f_{i1} = p\mathfrak{p}f_{i1} + r\mathfrak{r}f_{i1},$$

folglich

$$-qr|\omega \,.\, \mathfrak{q}f_{i1} \,.\, \mathfrak{r}f_{i1}| = r|\omega \,.\, p\mathfrak{p}f_{i1} + r\mathfrak{r}f_{i1} \,.\, \mathfrak{r}f_{i1}| = pr|\omega \,.\, \mathfrak{p}f_{i1} \,.\, \mathfrak{r}f_{i1}|.$$

Da nun überhaupt $\mathfrak{p}\frac{d}{dx} + \mathfrak{q}\frac{d}{dy} + \mathfrak{r}\frac{d}{dz} = o$ ist, so folgt

$$\mathfrak{p}f_{i1} = -\mathfrak{q}f_{i2} - \mathfrak{r}f_{i3},$$

also

$$r|\omega\,.\,\mathfrak{p}f_{i1}\,.\,\mathfrak{r}f_{i1}| = -r|\omega\,.\,\mathfrak{q}f_{i2}\,.\,\mathfrak{r}f_{i1}| - r|\omega\,.\,\mathfrak{r}f_{i3}\,.\,\mathfrak{r}f_{i1}|.$$

Es ist aber $\mathfrak{q}f_i = pf_{i3} - rf_{i1}$, daher $-r\mathfrak{r}f_{i1} = \mathfrak{q}\mathfrak{r}f_i - p\mathfrak{r}f_{i3}$, und

$$-r|\omega\,.\,\mathfrak{r}f_{i3}\,.\,\mathfrak{r}f_{i1}| = |\omega\,.\,\mathfrak{r}f_{i3}\,.\,\mathfrak{q}\mathfrak{r}f_i - p\mathfrak{r}f_{i3}| = |\omega\,.\,\mathfrak{r}f_{i3}\,.\,\mathfrak{q}\mathfrak{r}f_i| = |\omega\,.\,\mathfrak{r}f_{i3}\,.\,q\mathfrak{q}f_{i1} - p\mathfrak{q}f_{2i}|,$$

also endlich jenes dritte Glied

$$-qr|\omega\,.\,\mathfrak{q}f_{i1}\,.\,\mathfrak{r}f_{i1}| = -pr|\omega\,.\,\mathfrak{q}f_{i2}\,.\,\mathfrak{r}f_{i1}| + pq|\omega\,.\,\mathfrak{r}f_{i3}\,.\,\mathfrak{q}f_{i1}| - p^2|\omega\,.\,\mathfrak{r}f_{i3}\,.\,\mathfrak{q}f_{i2}|,$$

und daher

$$\begin{aligned}\boldsymbol{P} &= p\left(|\omega\,.\,\mathfrak{r}f_{i2}\,.\,\mathfrak{q}f_{i3}| + |\omega\,.\,\mathfrak{q}f_{i2}\,.\,\mathfrak{r}f_{i3}|\right)\\ &+ q\left(|\mathfrak{r}f_{i1}\,.\,\omega\,.\,\mathfrak{q}f_{i3}| + |\mathfrak{q}f_{i1}\,.\,\omega\,.\,\mathfrak{r}f_{i3}|\right)\\ &+ r\left(|\mathfrak{q}f_{i1}\,.\,\mathfrak{r}f_{i2}\,.\,\omega| + |\mathfrak{r}f_{i1}\,.\,\mathfrak{q}f_{i2}\,.\,\omega|\right)\\ &= \mathfrak{q}\mathfrak{r}\boldsymbol{V}.\end{aligned}$$

Man hat also die Ausdrücke

$$\boldsymbol{L} = \tfrac{1}{2}\mathfrak{p}\mathfrak{p}\boldsymbol{V},\ \boldsymbol{M} = \tfrac{1}{2}\mathfrak{q}\mathfrak{q}\boldsymbol{V},\ \boldsymbol{N} = \tfrac{1}{2}\mathfrak{r}\mathfrak{r}\boldsymbol{V},\ \boldsymbol{P} = \mathfrak{q}\mathfrak{r}\boldsymbol{V},\ \boldsymbol{Q} = \mathfrak{r}\mathfrak{p}\boldsymbol{V},\ \boldsymbol{R} = \mathfrak{p}\mathfrak{q}\boldsymbol{V},$$

und

$$p\Psi = \tfrac{1}{2}f_1(\mathfrak{p}, \mathfrak{q}, \mathfrak{r})\,\boldsymbol{V},\ q\Psi = \tfrac{1}{2}f_2(\mathfrak{p}, \mathfrak{q}, \mathfrak{r})\,\boldsymbol{V},\ r\Psi = \tfrac{1}{2}f_3(\mathfrak{p}, \mathfrak{q}, \mathfrak{r})\,\boldsymbol{V}.$$

Es war nun oben unter Anderem auch $p^2\boldsymbol{F} = 4\boldsymbol{MN} - \boldsymbol{P}^2$, also

$$p^2\boldsymbol{F} = \begin{vmatrix}\mathfrak{q}\mathfrak{q}\boldsymbol{V} & . & \mathfrak{q}\mathfrak{r}\boldsymbol{V}\\ \mathfrak{r}\mathfrak{q}\boldsymbol{V} & . & \mathfrak{r}\mathfrak{r}\boldsymbol{V}\end{vmatrix}.$$

Wenn aber $\boldsymbol{S}$, $\boldsymbol{T}$ irgend zwei Functionen von x, y, z bezeichnen, so ist

$$\begin{vmatrix}\mathfrak{q}\boldsymbol{S} & . & \mathfrak{q}\boldsymbol{T}\\ \mathfrak{r}\boldsymbol{S} & . & \mathfrak{r}\boldsymbol{T}\end{vmatrix} = \left\|\begin{array}{ccc|ccc} -r & . & q & \frac{dS}{dx} & . & \frac{dT}{dx}\\ o & . & -p & \frac{dS}{dy} & . & \frac{dT}{dy}\\ p & . & o & \frac{dS}{dz} & . & \frac{dT}{dz}\end{array}\right\| = p\begin{vmatrix} p & . & \frac{dS}{dx} & . & \frac{dT}{dx}\\ q & . & \frac{dS}{dy} & . & \frac{dT}{dy}\\ r & . & \frac{dS}{dz} & . & \frac{dT}{dz}\end{vmatrix}.$$

Es sei nun $\boldsymbol{S} = \mathfrak{q}\boldsymbol{V}$, $\boldsymbol{T} = \mathfrak{r}\boldsymbol{V}$, so ist z. B.

$$\begin{vmatrix}\frac{dS}{dy} & . & \frac{dT}{dy}\\ \frac{dS}{dz} & . & \frac{dT}{dz}\end{vmatrix} = \begin{vmatrix}\mathfrak{q}\frac{dV}{dy} & . & \mathfrak{q}\frac{dV}{dz}\\ \mathfrak{r}\frac{dV}{dy} & . & \mathfrak{r}\frac{dV}{dz}\end{vmatrix} = p\begin{vmatrix} p & . & \boldsymbol{V}_{21} & . & \boldsymbol{V}_{31}\\ q & . & \boldsymbol{V}_{22} & . & \boldsymbol{V}_{32}\\ r & . & \boldsymbol{V}_{23} & . & \boldsymbol{V}_{33}\end{vmatrix},$$

wo z. B. abkürzend $\frac{d^2V}{dx\,dy} = \boldsymbol{V}_{12}$ gesetzt ist. Hieraus ergibt sich nun leicht

$$\boldsymbol{F} = -\begin{vmatrix} . & p & q & r\\ p & \boldsymbol{V}_{11} & \boldsymbol{V}_{12} & \boldsymbol{V}_{13}\\ q & \boldsymbol{V}_{21} & \boldsymbol{V}_{22} & \boldsymbol{V}_{23}\\ r & \boldsymbol{V}_{31} & \boldsymbol{V}_{32} & \boldsymbol{V}_{33}\end{vmatrix}.$$

§. 2. Die Function Ψ in Form einer Determinante sechster Ordnung.

Setzen wir abkürzend

$$x'f_{11} + y'f_{12} + z'f_{13} = f_1(xx'),\ \text{etc.},$$

so ist $\Psi = o$ die Endgleichung des Systemes der fünf Gleichungen

$$\left.\begin{array}{l} f_1(xx') = o,\ f_2(xx') = o,\ f_3(xx') = o,\\ s = px + qy + rz = o,\ s' = px' + qy' + rz' = o,\end{array}\right\}\ \text{(c)}$$

wenn darin die vier Verhältnisse $x:y:z$, $x':y':z'$ eliminirt werden. Man kann aber auch die sechs Gleichungen

$$\begin{array}{c} f_1(xx') = o,\ f_2(xx') = o,\ f_3(xx') = o,\\ sx' + s'x = o,\ sy' + s'y = o,\ sz' + s'z = o\end{array}$$

in Beziehung auf die sechs Grössen $xx',\ yy',\ zz',\ yz'+y'z,\ zx'+z'x,\ xy'+x'y$ als linear behandeln und wird so Ψ in Form einer Determinante sechster Ordnung erhalten. Setzen wir

$$f=ax^3+3dx^2y+3ex^2z+3gxy^2+6kxyz+3hxz^2+by^3+3fy^2z+3iyz^2+cz^3,$$

so ist

$$2\Psi=\begin{vmatrix} 2p & . & . & . & r & q \\ . & 2q & . & r & . & p \\ . & . & 2r & q & p & . \\ a & g & h & k & e & d \\ d & b & i & f & k & g \\ e & f & c & i & h & k \end{vmatrix},$$

und, wenn $\mathfrak{a}, \mathfrak{b}, \mathfrak{c}, \mathfrak{d}, \mathfrak{e}, \mathfrak{f}$ beliebige Grössen bezeichnen,

$$2\,(L\mathfrak{a}+M\mathfrak{b}+N\mathfrak{c}+P\mathfrak{d}+Q\mathfrak{e}+R\mathfrak{f})$$

$$=-\begin{vmatrix} . & \mathfrak{a} & \mathfrak{b} & \mathfrak{c} & \mathfrak{d} & \mathfrak{e} & \mathfrak{f} \\ . & 2p & . & . & . & r & q \\ . & . & 2q & . & r & . & p \\ . & . & . & 2r & q & p & . \\ p & a & g & h & k & e & d \\ q & d & b & i & f & k & g \\ r & e & f & c & i & h & k \end{vmatrix}.$$

Auf dem gegenwärtigen Standpunkte können die Eigenschaften der Function Ψ in Beziehung auf lineare Transformation noch leichter nachgewiesen werden, als oben der Fall war. Es sei $f(t, t', t'')$ eine homogene Function dritten Grades, welche durch die linearen Substitutionen

$$t=\lambda x+\mu y+\nu z,\ t'=\lambda' x+\mu' y+\nu' z,\ t''=\lambda'' x+\mu'' y+\nu'' z$$

in $f(x, y, z)=ax^3+$etc. übergeht. Dann wird

$$p=\lambda u+\lambda' u'+\lambda'' u'',\ q=\mu u+\mu' u'+\mu'' u'',\ r=\nu u+\nu' u'+\nu'' u''.$$

Die erste Gleichung $f_1(xx')=o$ des alten Systemes (c) ergibt sich aus den drei ersten des neuen, indem man sie mit $\lambda, \lambda', \lambda''$ multiplicirt und addirt, ähnlich die übrigen zwei. Die zwei letzten Gleichungen bleiben in beiden Systemen dieselben. Hat nun $\psi(u, u', u'')$ dieselbe Form im neuen System wie $\Psi(p, q, r)$ im alten, so folgt aus dem Stattfinden der Gleichung $\Psi=o$ entweder, dass alle fünf Gleichungen des neuen Systemes stattfinden und daher $\psi=o$ ist, oder dass nur die zwei letzten stattfinden und die Determinante Λ der Substitutions-Coëfficienten verschwindet. Da nun Ψ in Beziehung auf u, u', u'' und die Elemente des Polynoms f vom gleichen Grade ist wie ψ, hingegen in Beziehung auf $\lambda, \mu, \ldots$ vom zwölften Grade, so ist

$$\Psi=\Lambda^4\psi.$$

Man wird sich dann auch leicht überzeugen, dass

$$\Psi(p, q, r)=\Lambda^2\psi(lp+mq+nr,\ l'p+m'q+n'r,\ l''p+m''q+n''r)$$

ist, wo $l=\frac{d\Lambda}{d\lambda}$, etc. Wenn man daher

$$\Psi(p, q, r)=\Sigma\{\alpha, \beta, \gamma\}\, p^\alpha q^\beta r^\gamma,\ [\alpha+\beta+\gamma=3]$$

und

$$D=\mu\frac{d}{d\lambda}+\mu'\frac{d}{d\lambda'}+\mu''\frac{d}{d\lambda''}=3d\frac{d}{da}+2g\frac{d}{dd}+2k\frac{d}{de}+b\frac{d}{dg}+f\frac{d}{dk}+i\frac{d}{dh}$$
$$=-\left(l\frac{d}{dm}+l'\frac{d}{dm'}+l''\frac{d}{dm''}\right)$$

setzt, so ist

$$D\{\alpha, \beta, \gamma\} = -(\alpha+1)\{\alpha+1, \beta-1, \gamma\}$$

das Gesetz, nach welchem die Coëfficienten von Ψ aus einander hervorgehen. Diese geben sich dadurch, wie wir unten zeigen werden, als Differential-Coëfficienten einer Superdeterminante zu erkennen.

Bedeutet nun (α, β, γ) eine Grösse, für welche

$$D(\alpha, \beta, \gamma) = \alpha \,.\, (\alpha-1, \beta+1, \gamma)$$

ist, so wird

$$D \,.\, (\alpha, \beta, \gamma)\{\alpha, \beta, \gamma\} = \alpha(\alpha-1, \beta+1, \gamma)\{\alpha, \beta, \gamma\} - (\alpha+1)(\alpha, \beta, \gamma)\{\alpha+1, \beta-1, \gamma\},$$

und wenn man diese Gleichung in Beziehung auf alle Variationen $\alpha\ \beta\ \gamma$ zur Summe $\alpha+\beta+\gamma = 3$ summirt,

$$D \,.\, \Sigma(\alpha, \beta, \gamma)\{\alpha, \beta, \gamma\} = o.$$

Nun haben die Elemente der beiden Polynome f und φ die von den Grössen (α, β, γ) verlangte Eigenschaft. Also sind die Functionen

$$\tfrac{1}{6} f\left(\frac{d}{dp}, \frac{d}{dq}, \frac{d}{dr}\right)\Psi(p, q, r) = 4A,$$

$$\varphi\left(\frac{d}{dp}, \frac{d}{dq}, \frac{d}{dr}\right)\Psi(p, q, r) = B$$

S u p e r d e t e r m i n a n t e n der ursprünglichen Elemente, jene vom vierten, diese vom sechsten Grade.

§. 3. Da die Summe der Zeiger jedes ursprünglichen Elementes 3 ist, so ist für eine Superdeterminante $m$ten Grades die Summe der auf alle drei Variabeln x, y, z bezüglichen Zeiger gleich $3m$, folglich die Summe der auf eine einzige Variable bezüglichen Zeiger gleich m. Man bilde nun alle symmetrischen Functionen $m$ten Grades der ursprünglichen Elemente, für welche die Summe aller gleichnamigen Zeiger gleich m ist, versehe dieselben mit unbestimmten Factoren und vollziehe an dem so erhaltenen Aggregat die Operation D. Dann liefert die Bedingung $D = o$ eine Menge linearer Gleichungen zwischen jenen unbestimmten Factoren. Widersprechen sich diese Gleichungen, so gibt es k e i n e Superdeterminante $m$ten Grades; hängen sie zum Theil von einander ab und reichen, auf ihre wesentliche Anzahl reducirt, gerade hin zur Bestimmung der Verhältnisse jener unbekannten Factoren, so gibt es nur e i n e Superdeterminante $m$ten Grades; werden endlich jene Factoren nicht in ihrer Gesammtheit, sondern nur gruppenweise durch die gefundenen Verhältnisse verkettet, so gibt es m e h r e r e Superdeterminanten $m$ten Grades. Beim vierten und sechsten Grade kommen resp. 9 und 28 symmetrische Functionen in Betracht, und die Rechnung zeigt, dass es für jeden dieser Grade nur eine Superdeterminante gibt, für den ersten, zweiten, dritten und fünften Grad hingegen gar keine. Man findet

$$\begin{aligned} A = &-abck + \underset{3}{\Sigma} abhi - \underset{6}{\Sigma} agi^2 + \underset{3}{\Sigma} afik + \underset{3}{\Sigma} g^2h^2 - \underset{3}{\Sigma} idef \\ &+ 3\underset{2}{\Sigma} dfhk - 2\underset{3}{\Sigma} ghk^2 + k^4, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B = &-a^2b^2c^2 + 6\underset{3}{\Sigma} a^2bcfi - 4\underset{6}{\Sigma} a^2bi^3 + 3\underset{3}{\Sigma} a^2f^2i^2 - 6\underset{2}{\Sigma} abcdfh - 12\underset{3}{\Sigma} abcghk \\ &- 18\underset{3}{\Sigma} bcghde + 12\underset{6}{\Sigma} bcd^2ei + 24\underset{6}{\Sigma} bcge^2k + 12\underset{6}{\Sigma} be^3fi - 6\underset{6}{\Sigma} afi^2eg \\ &- 12\underset{6}{\Sigma} afi^2dk + 20\,abck^3 - 36\underset{3}{\Sigma} bcdek^2 - 24\underset{6}{\Sigma} ahg^2i^2 + 60\underset{3}{\Sigma} aghfik - 12\underset{6}{\Sigma} agi^2k^2 \\ &+ 12\underset{3}{\Sigma} afik^3 - 8\underset{3}{\Sigma} g^3h^3 + 12\underset{6}{\Sigma} idg^2h^2 + 27\underset{2}{\Sigma} d^2f^2h^2 + 6\,dfhegi - 36\underset{6}{\Sigma} fige^2k + 24\underset{3}{\Sigma} g^2h^2k^2 \\ &+ 12\underset{3}{\Sigma} idefk^2 + 36\underset{2}{\Sigma} dfhk^3 - 24\underset{3}{\Sigma} ghk^4 + 8k^6, \end{aligned}$$

wo die den Summenzeichen Σ untergesetzten Zahlzeichen die Anzahl der Glieder einer jeden Summe bezeichnen.

Da wir oben die bei der Bestimmung der Wendungspunkte einer Curve dritten Grades vorkommenden Functionen α und β resp. vierten und sechsten Grades ebenfalls als Superdeterminanten kennen gelernt haben, und da es für jeden dieser Grade nur eine Superdeterminante gibt, so können α und β von A und B höchstens nur durch numerische Factoren sich unterscheiden. Man findet leicht $A = -\alpha$, $B = -\beta$, so dass wir jetzt haben

$$\Psi(f_1, f_2, f_3) = Af^2 - \varphi^2,\ \tfrac{1}{2}\nabla\varphi = 4A^2 f - B\varphi,\ R = B^2 - 64A^3,$$

wo R die Resultante der Polynome f_1, f_2, f_3 bezeichnet. In Aronhold's Abhandlung (Crelle XXXIX, S. 152) sind die Superdeterminanten A und B resp. mit $\frac{1}{4}S$ und T bezeichnet.

§. 4. Es wurde oben gesagt, dass die Coëfficienten von Ψ sich als Differential-Coëfficienten einer Superdeterminante zu erkennen geben. Dies beruht auf folgendem allgemeinen Satze.

Wenn S eine Superdeterminante der Elemente der Function $n$ten Grades

$$f(x, y, z, \ldots) = \Sigma \frac{n!}{\alpha!\,\beta!\,\gamma!\ldots}(\alpha, \beta, \gamma, \ldots)\, x^\alpha y^\beta z^\gamma \ldots,\quad [\alpha+\beta+\ldots = n]$$

und D die ableitende Operation, wodurch $D(\alpha, \beta, \gamma, \ldots) = \alpha(\alpha-1, \beta+1, \gamma, \ldots)$ wird, bezeichnet, und man setzt

$$\frac{1}{i!}\left(\Sigma p^\alpha q^\beta r^\gamma \ldots \frac{d}{d(\alpha, \beta, \gamma, \ldots)}\right)^i S = \Sigma\{\varepsilon, \eta, \theta, \ldots\} p^\varepsilon q^\eta r^\theta \ldots,\quad [\varepsilon+\eta+\ldots = in],$$

so ist

$$D\{\varepsilon, \eta, \theta, \ldots\} = -(\varepsilon+1)\,.\,\{\varepsilon+1, \eta-1, \theta, \ldots\}.$$

Beweis. Setzt man abkürzend $(\alpha, \beta, \gamma, \ldots) = a$, $(\alpha+1, \beta-1, \gamma, \ldots) = b$, $(\alpha', \beta', \gamma', \ldots) = a'$, $(\alpha'+1, \beta'-1, \gamma', \ldots) = b'$, etc., und differentiirt die identische Gleichung

$$DS = \sum_{\lambda+\mu+\ldots = n} \lambda\,.\,(\lambda-1, \mu+1, \nu, \ldots)\frac{dS}{d(\lambda, \mu, \nu, \ldots)} = o$$

i mal hinter einander nach den i Elementen $a, a', a'', \ldots$, so erhält man

$$D\frac{d^i S}{da\,da'\,da''\ldots} = -(\alpha+1)\frac{d^i S}{db\,da'\,da''\ldots} - (\alpha'+1)\frac{d^i S}{da\,db'\,da''\ldots} - \text{etc.}$$

Der Fall, wo mehrere Elemente $a, a', a'', \ldots$ gleich sind, macht keine Ausnahme; man wird dann rechts eben so viele gleiche Glieder haben. — Man summire diese Gleichung $(i-1)(k-1)$ mal nach allen Werthen der $k-1$ ersten Zeiger (die Zahl der Variabeln $x, y, z, \ldots$ gleich k angenommen) eines jeden der $i-1$ ersten Elemente $a, a', \ldots$, so weit es die Bedingungen $\alpha+\alpha'+\alpha''+\ldots = \varepsilon$, $\beta+\beta'+\beta''+\ldots = \eta$, $\gamma+\gamma'+\gamma''+\ldots = \theta$, etc. gestatten, so werden rechts die i einzelnen Summen zusammenfallen, weil sie alle zum nämlichen Schema $\varepsilon+1, \eta-1, \theta, \ldots$ gehören. Da nun

$$\sum_{\begin{pmatrix}\alpha+\alpha'+\ldots=\varepsilon\\ \beta+\beta'+\ldots=\eta\\ \ldots\ldots\end{pmatrix}}\!\!\sum\ldots \frac{d^i S}{da\,da'\,da''\ldots} = i!\,\{\varepsilon, \eta, \theta, \ldots\}$$

ist, so hat man

$$i!\,D\{\varepsilon, \eta, \theta, \ldots\} = -i\Sigma\Sigma\ldots(\alpha+1)\frac{d^i S}{da\,da'\,da''\ldots} = -i\sum_{\begin{pmatrix}\alpha+\alpha'+\ldots=\varepsilon+1\\ \beta+\beta'+\ldots=\eta-1\\ \gamma+\gamma'+\ldots=\theta\\ \ldots\ldots\end{pmatrix}}\!\!\sum\ldots\ \alpha\frac{d^i S}{da\,da'\,da''\ldots}.$$

Da aber in der letzten Summe alle Permutationen der Elemente $a, a', a'', \ldots$ zugleich vorkommen, so ändert sie sich nicht, wenn man sie auch unter der Form

$$\Sigma\Sigma\ldots\alpha'\frac{d^i S}{d\,a\,d\,a'\,d\,a''\ldots}$$

schreibt. Sie kann also im Ganzen unter i verschiedenen Formen geschrieben werden, und wenn man alle diese Formen addirt, so erhält man auch das $i$fache der fraglichen Summe. Da nun $\alpha+\alpha'+\alpha''+\ldots=\varepsilon+1$ ist, so ergibt sich zuletzt, mit Weglassung des Factors $i!$,

$$D\{\varepsilon,\eta,\theta,\ldots\} = -(\varepsilon+1)\{\varepsilon+1,\eta-1,\theta,\ldots\}.$$

§. 4. Um allgemeine Formeln ausdrücken zu können, wollen wir im Folgenden den Elementen des ursprünglichen Polynoms f bald die Exponenten der Variabeln x, y, z zu Zeigern geben, bald nach Cayley's und Hesse's Beispiel sie durch Combinationen von willkürlichen Ziffern bezeichnen, welche den einzelnen Variabeln entsprechen. Im ersten Falle setzen wir

$$f=\Sigma\frac{3!}{\alpha!\,\beta!\,\gamma!}(\alpha,\beta,\gamma)\,x^\alpha y^\beta z^\gamma,\quad[\alpha+\beta+\gamma=3],$$

im zweiten

$$f=\sum_{\alpha+\beta+\gamma=1,2,3}\Sigma\Sigma\;(\alpha\beta\gamma)\;x_\alpha x_\beta x_\gamma,$$

indem x, y, z durch x_1, x_2, x_3 ersetzt werden.

I. Für $i=1$, $S=A$ gibt der Satz des vorigen Paragraphs

$$D\frac{dA}{d(\alpha,\beta,\gamma)} = -(\alpha+1)\frac{dA}{d(\alpha+1,\beta-1,\gamma)}.$$

Diese ersten Differential-Coëfficienten von A befolgen also dasselbe Gesetz wie die Coëfficienten von Ψ und sind mit ihnen vom gleichen Grade, dem dritten. Jene werden also mit diesen zusammenfallen, sobald nur einer von jenen mit dem gleichnamigen von diesen zusammenfällt. Nun ist

$$\Psi = |(22i)\,.\,(23i)\,.\,(33i)|\,p^3+\text{etc.},$$

und eine der sechs Formen, unter denen Aronhold die Function A dargestellt hat, ist

$$A=-\begin{vmatrix} . & (111)\,.\,(112)\,.\,(113) \\ (33i)\,. & (21i)\,.\,(22i)\,.\,(23i) \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} . & (131)\,.\,(132)\,.\,(133) \\ (13i)\,. & (21i)\,.\,(22i)\,.\,(23i) \end{vmatrix},$$

wo die die Ziffer i enthaltende Zeile drei Zeilen für $i=1, 2, 3$ repräsentirt. Da nun das Element (111) an einer einzigen Stelle vorkömmt, so ergibt sich leicht

$$\frac{dA}{da}=\frac{dA}{d(111)}=|(22i)\,.\,(23i)\,.\,(33i)|.$$

Also ist

$$\Psi=\Sigma\frac{dA}{d(\alpha,\beta,\gamma)}\,p^\alpha q^\beta r^\gamma,$$

oder, wenn man

$$dA=\Sigma\Sigma\Sigma h_{\alpha\beta\gamma}\,d(\alpha\beta\gamma)$$

setzt und p_1, p_2, p_3 anstatt p, q, r schreibt,

$$\Psi=\Sigma\Sigma\Sigma h_{\alpha\beta\gamma}p_\alpha p_\beta p_\gamma.$$

Wenn also

$$6\varphi=\Sigma\Sigma\Sigma\,[\alpha\beta\gamma]\,x_\alpha x_\beta x_\gamma$$

gesetzt wird, so ist

$$B = \Sigma\Sigma\Sigma h_{\alpha\beta\gamma}[\alpha\beta\gamma],$$

oder auch, wenn δ die ableitende Operation bezeichnet, wo die Differentiale der Elemente von f in die entsprechenden Elemente des Polynoms $6\varphi = {}^1/_{36}\nabla f$ umgesetzt werden,

$$B = \delta A.$$

II. Für $i = 2$, $S = B$ lehrt der obige allgemeine Satz, dass die Coëfficienten des Polynoms

$$^1/_2\left(\Sigma p^\alpha q^\beta r^\gamma \frac{d}{d(\alpha,\beta,\gamma)}\right)^2 B, \; [\alpha+\beta+\gamma=3]$$

nach demselben Gesetz aus einander hervorgehen, wie diejenigen des Polynoms $F(p, q, r)$ der Classengleichung der ursprünglichen Curve, mit welchem jenes in Beziehung sowohl auf die ursprünglichen Elemente, als auch auf die Variabeln p, q, r dem Grade nach übereinstimmt. Wenn also in beiden Polynomen z. B. die Coëfficienten von p^6 zusammenfallen, so sind die Polynome identisch. Nun ist

$$\{6, 0, 0\} = {}^1/_2\frac{d^2B}{d(3,0,0)^2} = {}^1/_2\frac{d^2B}{d(111)^2} = \Sigma\frac{d^2A}{d(111)\,d(\alpha\beta\gamma)}\;\frac{d[\alpha\beta\gamma]}{d(111)},$$

weil weder in A, noch in $[\alpha\beta\gamma]$ das Element (111) potencirt vorkömmt. Die Summe erstreckt sich auf die zehn Combinationen $(\alpha\beta\gamma)$ der Ziffern 1, 2, 3. Nun ist

$$\frac{dA}{d(111)} = \begin{vmatrix} (221) \,.\, (231) \,.\, (331) \\ (222) \,.\, (232) \,.\, (332) \\ (223) \,.\, (233) \,.\, (333) \end{vmatrix},$$

$$\frac{d\varphi}{d(111)} = x_1\begin{vmatrix} f_{22} \,.\, f_{23} \\ f_{32} \,.\, f_{33} \end{vmatrix} = x\begin{vmatrix} gx+by+fz \,.\, kx+fy+iz \\ kx+fy+iz \,.\, hx+iy+cz \end{vmatrix},$$

also

$$\frac{d[221]}{d[111]} = 2(bi-f^2), \quad \frac{d[231]}{d(111)} = bc-fi, \quad \frac{d[331]}{d(111)} = 2(cf-i^2).$$

Die anderen im Ausdrucke für $\{6,0,0\}$ vorkommenden Elemente von 6φ, welche nicht in der Form $[1\alpha\beta]$ begriffen sind, enthalten das Element (111) nicht. Also ist

$$\{6, 0, 0\} = \begin{vmatrix} 2(bi-f^2) \,.\, bc-fi \,.\, 2(cf-i^2) \\ b \quad f \quad i \\ f \quad i \quad c \end{vmatrix}$$

$$= 4(bi-f^2)(cf-i^2)-(bc-fi)^2.$$

Wenn wir jetzt im obigen Ausdrucke (b) für F die Variabeln q, r gleich Null setzen, so erhalten wir

$$F = p^2\begin{vmatrix} V_{22} \,.\, V_{23} \\ V_{32} \,.\, V_{33} \end{vmatrix}, \quad V = p^2\begin{vmatrix} f_{22} \,.\, f_{23} \\ f_{32} \,.\, f_{33} \end{vmatrix},$$

also

$$V_{22} = 2(bi-f^2)p^4, \quad V_{23} = (bc-fi)p^4, \quad V_{33} = 2(cf-i^2)p^4,$$

und hieraus

$$F = \{4(bi-f^2)(cf-i^2)-(bc-fi)^2\}\,p^6 = \{6, 0, 0\}p^6.$$

Da somit die Coëfficienten von p^6 in beiden Polynomen übereinstimmen, so haben wir

$$F(p, q, r) = {}^1/_2\left(\Sigma p^\alpha q^\beta r^\gamma \frac{d}{d(\alpha,\beta,\gamma)}\right)^2 B.$$

Diese merkwürdige Form dürfte wohl die kürzeste sein, unter der sich das Polynom der Classengleichung der Curve dritten Grades überhaupt darstellen lässt.

Die Algodon-Bay in Bolivien.

Vom Dr. Freiherrn v. **Bibra.**

(Vorgelegt in der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 27. Februar 1851.)

(Tafel I — III.)

Die Algodon-Bay, deren naturwissenschaftliche Schilderung ich in den folgenden Blättern versuchen will, liegt unter 22° 6′ südlicher Breite und 70° 16′ 20″ westlicher Länge (Greenwich), mithin an der Westküste Südamerika's und an dem Küstenlande des Staates Bolivien. Die Variation der Nadel ist in der Bay 11° 45 westlich. Der allgemeine Charakter der Küste ist dort derselbe, wie an der Küste von ganz Bolivien, insoferne ich nämlich Gelegenheit hatte, solchen genauer beobachten zu können, und ist selbst wenig unterschieden von jenem Chili's und der südlicheren Länder. Meist steile felsige Abhänge 1500′ bis 3000′ hoch, oft direct abfallend in die See, selten aber mehr als eine, oder anderthalb Seemeilen weit vom Ufer ansteigend, mögen bezeichnet werden als allgemeiner Typus. Oft machen diese Felsenreihen den Eindruck öder und steriler Gehäge, auf denen keine, oder nur spärliche Vegetation erblickt wird, an andern Orten aber zeigt sich eine kräftige Flora, so in den südlicheren Provinzen von Chili. Die Küste von Bolivien aber, mit welcher wir uns gegenwärtig beschäftigen, gehört der ersteren Reihe an. Bräunliche, groteske Massen, steil sich hebend, steigen dort aus dem Meere, das ihren Fuss mit donnernder Brandung umgibt. Dies soll nicht im poetischen Sinne genommen werden, sondern als Ausdruck einfacher Wahrheit. An der ganzen Küste, von der ich einen nicht unbedeutenden Theil in ziemlicher Nähe beobachten konnte, herrscht in der That eine furchtbare Brandung und ich werde später Gelegenheit haben, hievon eine nähere Schilderung zu geben. — Wo sich jene Felswände nicht eben unmittelbar in die See senken, ist aber selten ein grösserer Raum als eine halbe englische Meile bis zum Fusse des Küstengebirges.

Die *Mexillones-* und *Morena-Bay* im südlichen Theile von Bolivien machen gewissermassen hievon eine Ausnahme. An der letztgenannten Stelle erhebt sich ein steiler, wohl 3000′ hoher Hügel, zwar dicht an der See, aber zu beiden Seiten sind flachere Küstenstriche, die eine wahre Felsenwüste bilden, durch isolirt stehende Gesteingruppen, welche aus dem blendend weissen Boden von Muschelgrus und Sand hervorgeschoben scheinen. Ein ähnliches Bild gibt die *Mexillones-Bay.* Abwechselnd 1 bis 10 englische Meilen weit erstreckt sich hier die sandige Küste ins Land, bis sie begrenzt wird durch steilere Abhänge und Felsenhügel, wie sie sich sonst an der Küste finden. Lange Dünen ziehen sich dort die Küste entlang,

und zwischen ihnen birgt sich die kleine *Mexillones-Bay*, in der nur selten Schiffe vor Anker gehen, um dort *Guano* zu laden.

Eben an jener Bay von *Mexillones* erscheint eine Bildung zuerst reiner ausgeprägt aufzutreten, welche die südliche Hälfte der bolivianischen Küste so eigenthümlich bezeichnet, und von hohem geognostischen Interesse ist. Wo jene steilen Hügel, die, wie ich mehrfach erwähnte, ein fortlaufendes Küstengebirge bilden, nicht unmittelbar aus dem Meere aufsteigen, treten fast aller Orten kegelförmig emporgeschoben und gleichsam Vorläufer des höheren Gebirges, dunkle Massen, den Familien der Grünsteine und analogem Gesteine angehörig, auf, die sich bis an das grössere Gebirge erstrecken, und wohl auch noch in vereinzelten Spitzen und Zacken aus der See hervorstehen, und dies letzte ist häufig der Fall an den Stellen, wo bis jetzt noch kein eigentlicher Strand vorhanden, sondern die Küste sogleich durch den fortlaufenden Gebirgszug gebildet wird. Diese spitzen dunklen Kegel gewähren, in einiger Entfernung gesehen, einen eigenthümlichen Anblick. Man glaubt Gegenstände der Kunst zu sehen, wunderliche Baureste vergangener Geschlechter, oder zum mindesten Zeugen von Agricultur. Aber das Fernrohr und später die grössere Nähe der Küste belehrt uns eines Besseren.

Ich habe in der Skizze 3, Taf. II, eine solche Partie gegeben, die ich etwa unter 23° 45′ südl. Br. gezeichnet habe, und an derselben sind, wenn auch nur leicht angedeutet, noch zwei weitere Eigenthümlichkeiten zu bemerken, die bezeichnend erscheinen für die Formen jener Küste und zu mannigfachen Täuschungen Anlass geben mögen, wenn man nicht Gelegenheit hat, sie näher ins Auge zu fassen.

Oberhalb der in der Skizze bemerkten kegelförmigen dunklen Grünsteingebilde bemerkt man am höheren Gebirgszuge scheinbar schichtenförmige Bildungen, die bisweilen neptunischen Formen täuschend ähnlich hervortreten. Dunklere und hellere Massen mit grünlicher und röthlicher oder grauer Färbung wechseln unter einander, und lassen Thon- oder Kalkschichten vermuthen. Auf der hohen Cordillera selbst zeigt sich nicht selten dieselbe Erscheinung und ich habe in Chili Männer der Wissenschaft von den schichtenförmigen Ablagerungen der Anden sprechen hören. Aber dort im grossen Gebirgszug Südamerika's, sowie hier am Küstengebirge, zeigt sich bei näherer Betrachtung und nach Ersteigung der meist sehr steilen Abhänge jener Formation, dass die Schichtung nur scheinbar und diese Ähnlichkeit durch Verwitterung und die verschiedene Farbe der Verwitterungsproducte vom festen Gesteine bedingt ist. Bei der näheren Schilderung der Algodon-Bay selbst werde ich diese Verhältnisse näher zu entwickeln Gelegenheit finden, denn eben dort kommen sie sehr deutlich ausgesprochen vor.

Die andere Erscheinung, von welcher ich gesprochen habe, zeigt sich meist zwischen den Schluchten und Thälern des Küstengebirges. Schutt und Gerölle hoch aufgehäuft in den oft spaltenartig engen Thälern breiten sich am Ende derselben und gegen das Gestade hin fächerförmig aus, und können wohl auf den Gedanken bringen, als hätten mächtige Wasserströmungen dort stattgefunden, entweder in früherer Zeit, oder als fänden noch jetzt zu gewissen Zeiten gewaltige Regengüsse Statt, und jene mit Schutt und Gerölle gefüllten Schluchten seien die Bette gewaltiger periodischer Gebirgsströme.

Aber auch hier wird dem, der die Schluchten betritt, alsbald klar, dass keine Wasserströmungen im Spiele, und andere Ursachen als bedingendes Moment angenommen werden müssen.

Zusammengefasst also, mag der Charakter der Küste von Bolivia folgendermasen bezeichnet werden:

Eine Hügelreihe, meist steil abfallend gegen See, theilweise mit scheinbarer Schichtung, und hie und da von Schluchten durchsetzt, deren Sohle mit Schutt und Gerölle bedeckt sind, zieht sich längs der ganzen Küste hin. Ihre Färbung ist durchschnittlich röthlich, oder röthlich-grau, aber längs des Fusses derselben treten häufig, vereinzelt, so wie in grösseren Partien kegelförmige Erhebungen eines dunklen Gesteines auf, welche sich ebenso als Klippen ohnweit der Küste zeigen, in der beschriebenen Form aber nie weit aufwärts am Gebirge und nie ins Gebirge reichen. Eine heftige Brandung umbraust den Fuss dieses Küstengebirges. Fast vollständiger Mangel an Vegetation vollendet den Eindruck einer sterilen und öden, nichts desto weniger aber pittoresken Felsenwüste.

Ehe ich eine ausführliche Schilderung der Algodon-Bay folgen lasse, will ich eine kurze Schilderung der näheren Umgebung von *Cobija* voraussenden, welche viele Ähnlichkeit mit jener der Algodon-Bay hat.

Cobija liegt unter dem 22⁰ 16′ südl. Breite, und mithin bloss 10 englische Meilen südlicher, als die besprochene Bay.

Es ist hier nicht der Ort, die politischen und merkantilischen Verhältnisse dieses Ortes zu entwickeln, die ohnehin mannigfach beschrieben worden sind. Aber nur so viel sei mir erlaubt zu bemerken, dass der blühende und sich täglich mehr hebende Handel dieses Hafens nicht so ausserordentlich zu sein scheint. Wir lagen, als wir denselben besuchten, als einziges Schiff vor Anker.

Ich füge auf Taf. I eine Zeichnung der Stadt und Umgebung bei, die ich vom Bord aus aufgenommen habe, denn ich glaube, dass durch sie ein ziemlich klares Bild der geognostischen Verhältnisse gegeben werden kann. Die dunklen hervorgeschobenen Felsen, die dicht an der Küste gleichsam einen Saum zwischen Land und Wasser bilden, wiederholen sich etwas weiter oben und am Fusse des grösseren Gebirges, in ähnlicher Form, aber in stärkeren Massen. Sie bestehen aus Grünstein-Gebilden zum Theile aus Aphanit, zum Theil aus Diorit mit wohl unterscheidbaren Gemengtheilen.

In den Aphaniten finden sich ausgeschiedene Pyroxen-Partien, und diese umlagern bisweilen strahlenförmig Granate, welche gleichsam die Kerne dieser Pyroxenmasse bilden. Hellere, eingesprengte, zeolithische Partien geben nicht selten dem Gesteine ein mandelsteinartiges Ansehen. Hie und da trifft man in denselben Kupferkiese und ebenso eingesprengt Atakamit, jenes sonst so seltene Mineral, welches der Wüste von Atakama seinen Namen verdankt, und gegenwärtig in der Algodon-Bay bergmännisch abgebaut wird. Andere Aphanite, oft dicht neben den obenbezeichneten liegend und einen und denselben Felsblock bildend, zeigen hingegen keinerlei Einsprengungen. Auch in dem feinkörnigen Diorite finden sich hie und da die erwähnten Kupfererze in kleinen Nestern. In beiden Gesteinen aber werden bisweilen abgerundete Fragmente krystallinischer Massen-Gesteine, wie Quarzfels etc. gefunden, ein eigentliches Trümmergestein, umschlossen von der Grünsteinmasse und wohl aus der Tiefe losgerissen und mit emporgehoben. In manchen dieser Fragmente, aus welchen diese Trümmer bestehen, trifft man Spuren von Feldspath, Glimmer indessen konnte nicht gefunden werden.

Die röthliche Färbung, welche das hinter der Stadt anstehende Gebirge bezeichnet, und welche deutlich absticht gegen die der so eben beschriebenen Formen ist grossentheils bedingt durch Verwitterung der Oberfläche jener Gesteine, wenn es erlaubt ist, einen Process mit Verwitterung zu bezeichnen, bei welchem Wasser kaum mit im Spiele ist.

An der Küste von Atakama fällt höchst selten oder nie Regen. Ich hoffe, später den, wenn ich so sagen darf, geognostischen, durch mitgebrachte Handstücke belegten Beweis zu liefern, dass es in der Algodon-Bay seit Hebung der Küste nicht geregnet hat. Hier in Cobija fällt kaum in 2 bis 3 Jahren, und dann nur sehr vorübergehend, Regen, und er gleicht mehr einem leichten Nebel als jener Erscheinung, die man bei uns unter diesem Namen begreift.

Nur die höchsten Spitzen der Küstenberge sind täglich gegen Abend in Nebel gehüllt.

Es werden also zum grössten Theile der Sauerstoff und die stets hohe Temperatur der Luft die Zersetzungen bedingt haben, welche augenscheinlich stattfanden.

In der That finden sich bei den Massen, die das höher ansteigende Gebirge zusammensetzen, Diorite, die mit Kaolin umlagert sind, und in deren Klüften sich jedenfalls auch als neuere Bildung, Kalkspath abgelagert hat. In anderen findet man durch Eisenoxyd röthlich gefärbtes Kochsalz ausgewittert.

Die grosse Menge von Eisenoxydul überhaupt, die sich in den Grünsteinen findet, und welche so leicht höher oxydirt wird, ist eben ohne Zweifel eine der vorzüglichsten Ursachen jener allgemeinen Farbeveränderung dieser Felsmassen, — indessen treten aber auch an und für sich schon hellfärbigere Gesteine am höheren Gebirge auf. Eklogit fand ich dort in mächtigen Massen zu Tage gehen, ebenso Dioritporphyre

in bedeutend lichterer Färbung als die unteren dunkleren Diorite. Ein graurother, und sehr harter quarzfreier Porphyr wird ebenfalls nicht selten gefunden.

Die Küste ist, soweit die höchsten Fluthen reichen, mit Muschelfragmenten bedeckt, und mit abgerundeten Trümmern mannigfacher Grünsteinformen; aber etwas weiterhin gegen das Gebirge, das im Umkreise der Stadt höchstens eine englische Meile weit von der See absteht, besteht der Boden einzig aus Trümmern des Gebirges, die entweder in feinem, scharfkantigen Gruse, oder grösseren Bruchstücken bestehen, die von oben herabgerollt sind.

Die Erdbeben, die bekanntlich fast an der ganzen Westküste von Südamerika so häufig sind, tragen nicht wenig dazu bei, grössere Felsblöcke abzulösen und in die Tiefe zu stürzen. Ich habe mich während meines Aufenthaltes auf der hohen Cordillera selbst hievon überzeugt. Blöcke von 3 bis 4 Fuss im Durchmesser rollten bei einem Erdstosse, der am 14. November 1849 stattfand, von den Bergen in die Schlucht, in welcher ich mein Lager aufgeschlagen hatte, und doch war diese Erschütterung keine bedeutende, obgleich sie in einigen Küstenorten ziemliche Verwüstungen anrichtete, sie wurde auf dem Hochgebirge weniger gefühlt.

Ein nicht unbedeutender Theil der Bruchstücke, die scharfkantig in den Schluchten liegen, und von den Abhängen aus gegen die Küste hingerollt sind, mögen also wohl durch die häufig wiederkehrenden Erschütterungen abgerissen worden sein.

So erklären sich also auch ohne meteorisches Wasser und ohne Bergströme die Massen von Fragmenten jeder Grösse, die die Abhänge der Berge bedecken und die Schluchten zum Theile ausfüllen, welche später dem Gesetze der Schwere folgend, sich aus den engen Thälern und Schluchten gegen die Küste hin ausbreiteten.

In der Ferne gesehen, scheinen, wie ich vorher anführte, diese Ablagerungen von Schutt- und Gesteinfragmenten Flussbette versiegter Ströme zu sein; in der Nähe betrachtet, glaubt man anfänglich die Zertrümmerung der abgestossenen Steinmassen einer Periode von wenigen Jahren zurechnen zu müssen, wegen ihrer Scharfkantigkeit und verhältnissmässig geringen Verwitterung.

Bei aufmerksamer Beobachtung aber, und bei Rücksichtnahme aller Verhältnisse ergibt sich jedoch eine lange Zeitdauer für die Bildung dieser Schutt-Ablagerungen. So ist der Kirchhof von Cobija mit einer im Achteck erbauten Mauer umgeben, und steht obenauf in Mitte eines solchen Schutthaufens, wie dies links auf der beigegebenen Zeichnung (Taf. I) zu ersehen ist.

Aber, obgleich wie ich erfuhr, jene Mauer schon seit 8 — 10 Jahren aufgeführt ist, so hat auf der Seite des Berges doch die Anhäufung von zertrümmerten Gesteinsmassen noch nicht um ein Bemerkbares zugenommen.

Neben den oben genannten, den Grünsteinen beigemengten Mineralien, habe ich in jenem graurothen Porphyr, dessen ich schon erwähnte, sehr schöne lauchgrüne Pistazite gefunden, stets zusammengruppirt mit Kalkspath, ferner Eisenspath und einem hellgelben Eisenocher in starken derben Stücken.

Der spärlichen Fauna und Flora, sowie der meteorologischen Verhältnisse von Cobija werde ich später gedenken, und will jetzt sogleich zur Schilderung der Algodon-Bay übergehen, indem mir ein längerer Aufenthalt daselbst eine genauere Kenntniss derselben gestattete.

Die Algodon-Bay.

Die unter diesem Namen begriffene Bay bildet eine kleine flache Bucht von etwa einer englischen Meile Länge, die gegen West geöffnet ist. Sie wird gegen Nord von einem Vorsprung des Küstengebirges geschützt, und gegen Süd von einem etwa eine halbe englische Meile weit in See reichenden Vorsprunge jener Grünsteinbildungen, die schon öfter besprochen wurden. Sie bietet eigentlich den Schiffen nur wenig Schutz dar, die im Ganzen aber ziemlich ruhige See jener Gegenden und der, wenngleich nicht sehr

bedeutende Schutz gegen Süd lässt auch grössere Fahrzeuge dennoch mit ziemlicher Sicherheit vor Anker liegen.

Es wird die kleine Bay wohl selten von anderen Schiffen besucht als von solchen, die Kupfererze einzunehmen beabsichtigen, und hie und da von einem peruanischen Kriegsdampfer oder kleineren ähnlichen Fahrzeugen, die dem Schmuggelhandel zu steuern suchen, welcher hier mit Spirituosen getrieben wird, deren Einfuhr verboten ist, und ferner von kleineren Booten, die Lebensbedürfnisse nach Cobija bringen. — Die reichen und ergiebigen Kupferminen des Platzes sind wohl die einzige Ursache der Ansiedlung an jener Küste, denn dieselbe bildet den Anfang der berüchtigten Wüste von Atakama und bietet durchaus keine Hülfsmittel zur Ernährung von Menschen und Thieren.

In Mitte der Bay, kaum einige Schritte von der Grenze der höchsten Fluthen, ist die Wohnung eines der Minenbesitzer erbaut, die gegenwärtig ein Nordamerikaner als Oberaufseher bewohnt.

Etwa 100 Schritte gegen Süden auf einem Grünsteinfelsen, dicht am Meere, ist ein Apparat construirt, vermittelst welchem der tägliche Bedarf von Trinkwasser für die Menschen, Pferde und Maulthiere destillirt wird. Mit einem ganz einfachen eisernen Destillationsapparate werden hier, bei Tag und Nacht fortgesetztem Betriebe, an 600 Gallonen Wasser, die Gallone zu etwa 5 Weinflaschen, destillirt. Um das Wasser aus der See zu heben, ist theils ein kleiner Dampfapparat, theils eine vom Winde getriebene Vorrichtung angebracht. Die Kohlen zur Heizung dieser Anstalt werden aus England gebracht, und man kann hieraus schliessen, dass das Wasser nicht sehr wohlfeil zu stehen kömmt. Indessen ist es vollkommen gut und trinkbar, und selbst wohlschmeckend für den, der sich längere Zeit auf der See befunden hat. Durch den ziemlich stürmischen Destillationsprocess, welcher stattfindet, werden ohne Zweifel mechanisch Salztheilchen mit übergerissen, die dem Destillate den faden Geschmack benehmen, wenigstens hinterlässt beim Verdampfen auf Platinblech das Wasser einen geringen Rückstand.

Eine halbe englische Meile weiter gegen Süden liegt die Wohnung eines Engländers, der selbstständiger Minenbesitzer ist. Weiter gegen Süd hingegen jene eines Franzosen, der in jenem Bezirke ebenfalls mehrere Kupferminen hat. Die Niederlassung dieses Letzteren nennt man Duendas, die des Engländers Bella Vista, die zuerst erwähnte des Amerikaners aber Tocopilla.

Dies sind die Ansiedlungen in der Algodon-Bay und deren nächster Umgebung, und das auf mehreren Karten bemerkte Tocopilla ist mithin nichts weiter, als ein einzeln stehendes Haus.

Ich glaube nicht, dass es ohne wissenschaftliches Interesse ist, wenn ich einige kurze Notizen mittheile über die Art und Weise, wie die wenigen Bewohner dieser einsamen Gegend zu leben pflegen, aber ich will zuerst die geognostischen Verhältnisse näher ins Auge fassen, und später, wenn ich vom Bergbaue sprechen werde, auf diese sogenannten Bergleute zurückkommen.

Verlauf des Gebirges. Allgemeine Form.

Die Reihe der Berge, die die Algodon-Bay einschliessen, ist eine Fortsetzung jener schon vorher geschilderten Kette, die längs der ganzen Küste von Bolivien sich hinzieht, die gegen Süden sich auch durch Chili fortsetzt, und mit demselben allgemeinen Charakter bis Chiloë verfolgt wird.

Diese Kette besteht der Hauptmasse nach in der hier geschilderten Region, in Bolivien aus grünsteinartigen Formen, aus Porphyren und analogen Bildungen, während in Chili Granite und Gneisse vorherrschen, und noch weiter gegen Süd, z. B. in Valdivia Glimmerschiefer gefunden wird. Man nennt in Chili dieses Gebirge die Küstenreihe oder Küsten-Cordillera, *la Cordillera de la Costa*, und dort, sowie hier, übersteigt seine Höhe selten mehr als 3000′, und fällt eben so selten unter 1500′. Das Gebirge steigt meist jäh und terrassenartig aufwärts, und verläuft dann in ziemlich gleichmässiger Ebene bis zum Fusse der Anden, welche man dort die hohe Cordillera, *la Cordillera alta* oder *nevada* nennt.

Die Benennung ***Cordillera del Alerze*** statt *de la costa* ist bloss im südlichen Chili, in den Provinzen Valdivia, Concepcion und Chiloë gebräuchlich, und rührt von einem Nadelholze her, das dort fast gänzlich das Gebirge bedeckt, und in der Landessprache Alerze genannt wird.

Die Ebenen, die hinter dieser Küstenreihe liegen, heissen Pampas. Sie bilden im grössten Theile von Chili fruchtbare Landstriche und das eigentliche bewohnte Land.

In Bolivien hingegen nimmt den grössten Theil derselben die Wüste von Atakama ein.

Alle Gewässer und Flüsse, die von der hohen Cordillera herabkommen, und durch die Ebenen ihren Lauf nehmen, müssen sich durch das Küstengebirge einen Weg bahnen, da die Ebene stets tiefer liegt als das erstere, und desshalb ist auch die ganze Küstenreihe, namentlich in Chili, mit mannigfachen Querthälern durchzogen, durch welche sich grössere oder kleinere Flüsse in das stille Meer ergiessen. Die Mehrzahl dieser Thäler sind eigentlich enge Schluchten, in welchen die Gehänge steil ansteigen und sich meist sehr nahe stehen.

Trotz der Verschiedenheit des Gesteines aber im südlichen und nördlichen Theile des Gebirges, dort granitisches Gestein, hier Grünstein, ist die Form der Thäler fast überall eine gleiche, oder wenigstens sehr ähnliche. Der Charakter, den sie an sich tragen, der Eindruck, den sie auf den Beschauer machen, ist im südlichen Chili der eines durch gewaltige Wasser-Massen ins Gebirge gerissenen Einschnittes, durch den sich die Wasser von Osten nach Westen ergossen haben, und theilweise noch ergiessen.

Während die Gipfel und steilen gegen See abfallenden Gehänge der Küsten-Cordillera oft das Gepräge einer sterilen Wüste an sich tragen, z. B. bei Valparaiso, tritt in diesen Schluchten, bedingt durch einen kleinen Bach, die üppigste Vegetation auf, die Colligue, trifft man dort oft in 30 Fuss hohen Büschen, die herrlich blühende ***Pourretia coarctata***, und eine Palme, ***Cocos chilensis***, geben diesen Schluchten einen gewissen tropischen Anstrich, während zierliche Farren, wenn auch bisweilen in fremdartigen Formen, uns wieder an die Heimat erinnern.

In dem Theile des Gebirges, den wir hier vorzugsweise vor Augen haben, fehlt in den Schluchten fast stets jener üppige Pflanzenwuchs; nur in seltenen Fällen wird Ähnliches auch dort getroffen, und die Sohle derselben ist fast stets mit Gesteintrümmern bedeckt, die ihnen einen wilden und grotesken Typus verleihen.

Auf die mögliche Bildungsweise jener Thäler, und auf die Eigenthümlichkeiten die sie zeigen, werde ich später zurückzukommen genöthiget sein, und will jetzt zur nähern geognostischen Entwickelung übergehen.

Specielle geognostische Verhältnisse.

Wenn man die beigegebene Ansicht von Cobija ins Auge fasst, Taf. I, so hat man ein Bild der Algodon-Bay, in Betreff der Gebirgsformen wenigstens, denkt man sich aber an die Stelle der dort angegebenen Stadt ein einzelnes Haus, so wird wenig an vollständiger Ähnlichkeit fehlen.

Ich habe desshalb Cobija allein der gegenwärtigen Schilderung beigegeben, und habe es vorgezogen, einige geognostische Skizzen Taf. II, beizufügen, welche ich ebenfalls an Ort und Stelle entworfen habe.

Die schwarzen kegelähnlichen Erhebungen, die am Saume der Küste hinlaufen, und hie und da auch am Fusse derselben in mächtigeren Massen auftreten, gehören hier sowie in Cobija grossentheils der Grünsteinfamilie an, indessen wird auch basaltisches Gestein getroffen.

Ein Dolerit, in ganzen Partien meist kegelförmig auftretend, in einzelnen Fragmenten aber mit deutlicher Tendenz zu plattenförmigen Absonderungen, bildet einen grossen Theil jener Küstenfelsen.

Weit hin von der Bay selbst bis gegen Süd, im Verlauf von vier englischen Meilen, habe ich häufig dieses doleritische Gebilde und gegen Nord bis an die Quebrada Mamilla, etwa 8 englische Meilen von der Algodon-Bay entfernt, ebenfalls getroffen. Das Gestein ist feinkörnig und nur hie und da sieht man etwas

grössere Augitkrystalle in demselben. Ich habe in demselben weder Olivin oder Hornblende, noch irgend ein anderes der Mineralien gefunden, die sonst als accessorische Bestandtheile angetroffen werden.

Zwischen den Kegeln dieses Dolerites finden sich in ähnlichen Formen Diorite. Das Gemenge ist feinkörnig und das Gestein durchschnittlich grau oder grünlich grau. Es enthält hie und da grauen Quarz in unregelmässigen Körnern, und Krystalle, die bloss durch stärkere Vergrösserungen unter dem Mikroskope ihre dem rhomboedrischen Systeme angehörige Form erkennen lassen, unter der Loupe aber bloss als flimmernde Punkte erscheinen; ich halte sie desshalb für rhomboedrisches Kalkhaloid, überlasse aber einem geschickteren Auge, als dem meinigen, die speciellere Bestimmung der Krystalle.

Diese beiden Gesteine treten, wie erwähnt, in nächster Nähe der Küste auf, und stehen als einzelne spitze Klippen theils aus der Wasserfläche hervor, wobei sie von stärkerer Brandung dennoch überfluthet werden, theils stehen sie so tief, dass sie auch bei niederem Wasserstande nicht zu Tage gehen, und einige Fuss unter der Oberfläche der See verborgen, für grössere Bote das Landen mitunter höchst gefährlich machen.

Ähnlich, aber so wie bei Cobija auch in einiger Entfernung von dem Gestade des Meeres grössere Massen des dunklen Gesteins zu Tage gehen, die rechts und links auf der Landschaft bemerkt sind, treten auch hier mächtigere Gebilde auf, die von der See landeinwärts streichen. So hebt sich ohnweit einiger von Fischern und Minenarbeitern bewohnten Hütten, etwa zwei englische Meilen weit von Tocopilla gegen Nord ein dunkler mauerartiger Fels wohl 40 Fuss hoch über die See und verläuft gegen das Gebirge, dem er sich anzulehnen scheint. Ich sage s c h e i n t, denn die Steilheit der Wände einerseits, auf der andern Seite aber die Menge von Fragmenten und vom Gebirge herabgestürzte Gesteinstrümmer, machen es unmöglich, zu bestimmen, ob die Massen in das Innere des Gebirges eindringen, es durchsetzen und theilweise unterlaufen, oder ob die Vereinigung bloss eine scheinbare ist, und durch die herabgefallenen Trümmerhaufen bedingt wird.

Auch weiter hin gegen Nord treten solche höhere Felsen, so viel ich beobachten konnte, meist aus den zwei beschriebenen Steinen zusammengesetzt, auf. Indessen sind die kleineren Erhebungen, etwa fünf, zehn oder fünfzehn Fuss hoch, stets die häufigsten.

Ich habe nicht gefunden, dass eine dieser Gesteinsarten als Gang oder Spaltenausfüllung in der andern vorkäme, aber ich glaube, Übergänge von einer in die andere beobachtet zu haben.

Zwischen und an diesen besprochenen Gesteinen tritt bisweilen Diabasporphyr auf, so dass derselbe sowohl in selbstständigen Kegeln und kammartigen Partien zu Tage kömmt, bisweilen aber auch in ein und derselben Felsmasse und angelagert an die Diorite und Dolerite.

Es hat dieses Vorkommen auf mich ebenfalls nicht den Eindruck eines gangartigen Auftretens, sondern mehr den eines Übergehens oder eigentlich eines Nebeneinanderliegens gemacht.

Die Labrador-Krystalle sind häufig und geben dem Gesteine ein ausgesprochenes Porphyr-Ansehen. Die Grundmasse ist grünlich grau. Es hat nicht die Neigung, wie ich es vorzugsweise bei den Doleriten gefunden habe, sich leicht in Platten abzusondern, sondern kömmt derb und massig vor, springt bei starken Hammerschlägen in unregelmässige Bruchstücke und lässt sich leicht formatisiren.

Sowohl nördlich als südlich von der Algodon-Bay, als wie auch zwischen den übrigen Küstengebilden derselben, kömmt dieses Gestein vor, wenngleich nicht so häufig, als die beiden vorher erwähnten Formen. Noch weniger häufig trifft man einen Amphibolit, welchen ich als Aktinolithschiefer (Naumann S. 579) bezeichnen möchte. Das Gestein hat wieder eine ziemlich deutliche Neigung, sich plattenförmig abzusondern, und auf den Absonderungsflächen findet man graugrünen Amphibol häufig ausgeschieden, während Quarz und Feldspath nicht im Gesteine fehlen. Die Farbe des Gesteines ist grünlich grau.

In d i e s e m Gesteine kömmt deutlich Gangbildung vor. Ein röthlichweisser Diorit, die Hauptmasse Albit, in kleineren Partien Hornblende eingesprengt enthaltend, durchsetzt nach verschiedenen Richtungen hin den Aktinolithschiefer.

Spalten, die das albitische Gestein enthält, zeigen auf den Flächen etwas mehr dunkle Hornblende als durch dessen übrige Masse verbreitet ist, aber diese Spalten, die, wenn das Gestein nicht frischen Bruch zeigt, dunklere Adern bilden, verlaufen nicht in den Aktinolithschiefer, sondern werden durch denselben begrenzt, wie denn auch die Grenze beider Gesteine schon durch die Farbe scharf und deutlich geschieden ist.

Zwischen diesen Bildungen sowohl als auch nächst den häufiger auftretenden Doleriten und Dioriten geht ebenfalls als Küstengebilde ein anderes Gestein zu Tage, welches in äusserlicher Form ihnen ziemlich gleich ist, aber durch seine helle Farbe schon in der Ferne sich unterscheidet.

Es ist ein syenitartiges Gestein, dessen Hauptmasse aus einem ziemlich innigen Gemenge von Quarz und Feldspath besteht, und welches an einigen Stellen Hornblende, an andern aber Chlorit enthält; ersteres wäre mithin Syenit, letzteres Protogyn. Das Gestein ist hart und fest und schwer zu schlagen. Es ist häufig in stehenden Platten von 2 bis 3 Zoll Dicke abgesondert, durch welche mannigfache, unregelmässige Querspalten verlaufen, welche beide Spaltungen theils an abgesprungenen Stücken zu erkennen sind, theils durch Hammerschläge noch deutlicher hervortreten.

Nicht häufiger als das obenerwähnte Gestein, tritt ein Felsitporphyr auf. Ein fleischrothes sehr hartes Gestein, die Grundmasse Feldspath und weniger Quarz mit unter der Loupe deutlich bemerkbarer krystallinischer Structur, und hie und da mit accessorischen Einmengungen von Hornblende. Das Gestein tritt mehr in dichten derben Massen auf, und hat keine Tendenz zu platten- oder säulenförmiger Absonderung. Es kömmt, wenn man so sagen darf, nur ausnahmsweise unter den übrigen schon beschriebenen Gebilden vor, und ich habe nur an einigen Stellen in nächster Nähe der See dasselbe getroffen.

Ich habe oben erwähnt, dass die doleritischen Bildungen, auftretend an der unmittelbaren Küste sich an verschiedenen Stellen in starken Zügen bis an den Fuss des Gebirges hinziehen. Zwischen den beiden Ansiedelungen *Tocopilla* und *Bella vista* nun ziehen sich ebenfalls solche Formen in grösseren und kleineren, kamm- oder kegelförmigen Massen gegen den Küstengebirgszug hin und treten am Fusse desselben in grösseren Felspartien auf. Ich habe dort eine eigenthümliche Erscheinung beobachtet, welche ich skizzirt und hier beigegeben habe. Taf. II, Skizze 2.

Eine etwa 30 Fuss hohe Wand des doleritischen Gesteines, mit deutlicher Neigung zu grösseren säulenförmigeren Absonderungen ist scheinbar von einem Gange eines hellen weisslichgelben Gesteins durchzogen, der von Nord nach Süd in einem Winkel von etwa 23° ansteigt. Der Gang ist durchschnittlich 2 Fuss mächtig, scheint Bruchstücke eines Nebengesteines einzuschliessen und gelenkt sich gegen Süd aus, während er sich gegen Nord abschneidet. Stellt man sich so an die Felswand, dass man derselben das Gesicht zuwendet, so hat man im Rücken eine andere Felsenpartie, welche offenbar früher mit der ersteren im Zusammenhange stand, und durch irgend eine gewaltsame Bewegung von derselben getrennt wurde. Auch in diese Felsenmasse setzt der Gang des hellen Gesteines fort, und man kann dies deutlich erkennen, obgleich die Gesteinmassen mannigfach zerklüftet sind. In der angegebenen Stellung befindet man sich mithin in einer Höhle oder Spalte, gebildet durch die Trennung der ursprünglich aus einem Ganzen bestehenden Felsmasse. Die Sohle dieser Spalte ist etwa 20 Fuss breit. Das weisse Gestein ist Felsitporphyr, eine Mengung von Feldspath und Quarz; während aber in einigen Partien nur Spuren von Hornblende zu beobachten sind, findet sich dieselbe an anderen wieder in ziemlicher Menge, so dass das Gestein fast syenitartig auftritt.

Die Zerklüftungslinie der auf der Bergseite stehenden Felsenpartie fällt gegen den Berg hin ab, (abgesehen von der verticalen säulenartigen Absonderung) und dieses zwar in 20° bis 30°. Jene der anderen Partie fällt gegen die See, ein abermaliger Beweis, das die zweite Masse von der grösseren sich getrennt hat.

Es ist nicht wohl denkbar, dass dieser Felsitporphyr und Syenit einen eigentlichen Gang im Dolerit gebildet habe, als gangausfüllendes Gestein aufgetreten sei. Ich glaube, dass schon früher vor Hebung der

Küste und Emportreibung des Dolerits der letztere im teigig flüssigem Zustande, eine mehr oder weniger plattenförmige Partie des Felsitporphyrs eingeschlossen und später, beim Emporsteigen dieselbe mit an die Oberfläche gehoben hat. In der That hat die eingeschlossene Felsitporphyrmasse ganz das Ansehen solcher durch starke Hitze veränderter Gesteine. Sie ist graulichweiss und nur die der Luft lange ausgesetzten Bruchflächen sind gelblich gefärbt, während ganz ähnlich zusammengesetzter Felsitporphyr von unteren Theilen der Küste röthlich ist. Das Gestein ist vielfach zersprungen und zerklüftet.

Ich möchte indessen in Betreff dieser Zerklüftung oder der mannigfachen Absonderungen, in die es sich getheilt hat, ein dreifaches Moment annehmen.

Gewisse Absonderungsflächen zeigen ziemlich reichliche Absonderungen von Hornblende; bei vielen derselben hat sich das Gestein nicht wirklich getheilt, sondern hängt noch zusammen und wird erst durch Hammerschläge in der angegebenen Richtung getrennt. Ich halte dies für die erste ursprüngliche Spaltbarkeit des Gesteines, die gleichzeitig mit dessen Entstehung ist.

Andere Spalten durchziehen das Gestein nach verschiedenen Richtungen, wenn auch nicht regelmässig, doch in etwas an die Formen erinnernd, welche bisweilen bei Gestellsteinen von Hohöfen gefunden werden, und welche ich früher in Deutschland (Grosswallstadt bei Aschaffenburg) bei dicht an Basalt angelagertem Sandstein gefunden habe, und noch besitze.

Jener Sandstein ist in zum Theil sehr regelmässige sechsseitige Säulen getheilt, und wenn bei dem in Rede stehenden Felsitporphyr auch eine so regelmässige Spaltung nicht getroffen wird, so bleibt doch immerhin eine gewisse Tendenz zur Plattenform kenntlich. Diese Spaltungen sind ohne Zweifel durch die Einwirkung des heissflüssigen Dolerits auf das umschlossene Gestein entstanden, sowie bei jenen deutschen Sandsteinen durch die Nähe des anstehenden Basaltes.

Die dritte Form der Zerklüftung oder Spaltung ist eine zweifache. Sie betrifft einerseits zugleich den Dolerit und den umschlossenen Felsitporphyr. Die grossen Absonderungsspalten, die den ersteren durchziehen, durchsetzen grossentheils auch den umschlossenen Felsitporphyr fortlaufend in gleicher Richtung. Ich halte dies für einen Beweis, dass nach der Umschliessung des Felsitporphyrs von Dolerit beide Gesteine, noch stark erhitzt, plötzlich abgekühlt worden sind, etwa während der Hebung durch das Wasser der See. Aber neben diesen grossen nach e i n e r Hauptrichtung hinziehenden Spaltungen sind nebenher beide Gesteine an manchen Orten noch in eine Anzahl kleinerer und unregelmässigerer, aber stets sehr scharfkantiger Bruchstücke gesprungen, welche durch eine weisse Salzmasse, wie durch ein Cement verbunden sind; eine wahre polyedrische Absonderung. So abenteuerlich es klingt, so muss ich doch aussprechen, dass ich die Überzeugung gewonnen habe, dass diese Salzmasse während der Hebung des Gesteines, mithin der Küste, als Seewasser in die Klüfte des Felsitporphyrs gedrungen und nach der Hebung verdampfend, die kleineren Gesteinstrümmer verkittet hat.

Die Felsen liegen fünfhundert Schritte weit vom Ufer der See, d. h. von dem Punkte entfernt, bis zu welchem gewöhnlich jetzt noch die höchsten Fluthen reichen.

Der Fuss des Felsen ist 101′ über jene Stelle erhoben.

Dass die Salzablagerung also durch eine Fluth dorthin gekommen, ist nicht wohl denkbar. Die Ablagerungen des Salzes verkitten stets eine Menge von ganz scharfkantigen Trümmern, von 3 bis 4 Zoll im Durchmesser, bis zu ganz kleinen Fragmenten, die erst nach der Auflösung des Salzes wahrgenommen werden und unter dem Mikroskope sich auch noch als vollkommen scharfkantig zeigen, sie füllen theils Spalten des Gesteines aus, theils hängen sie an den Verticalwänden des Felsens, indem die kleineren Trümmer durch sie gleichsam an den Felsen geklebt sind. Eine bis an oder über die Felsen gehende Fluth hätte diese kleinen Steintrümmer wohl eher hinweggeschwemmt, als sie befestigt.

Unwillkürlich drängt sich hier die Idee einer Senkung der Küste und nachheriger Hebung derselben auf, aber zwischen der Küste und den fraglichen Felsen etwa in halber Höhe derselben über dem Meeresspiegel, liegen die Überbleibsel eines alten indianischen Dorfes, und Gräber eines Stammes, der jetzt von

der Küste verschwunden ist. Auf diese für die Ethnographie höchst wichtigen Reste muss ich unten zurückkommen, ich will hier bloss angeben, dass die Basis einiger Hütten heute noch steht, dass Skelete und Utensilien jenes Stammes von mir ausgegraben wurden, dass selbe so flach in Muschelgrus liegen, ja dass die Form der Grabhügel noch so wohl erhalten ist, dass eine Senkung der Küste, bei welcher die See über sie hinweggegangen sein müsste, durchaus nicht zulässig ist.

Nachdem also jene Indianer sich dort angesiedelt haben, ist die Annahme einer Senkung der Küste in solchem Grade, dass die See bis an jene Felsen vorgedrungen sein könnte, nicht zulässig, und jedenfalls muss jenes Salzcement hunderte von Jahren sich an und zwischen jenen Gesteinsmassen befunden haben.

Ich habe eine chemische Analyse dieses Salzes vorgenommen, und stelle die erhaltenen Resultate hier zusammen mit jenen, die ich bei einer Untersuchung des Seewassers der Algodon-Bay erhalten habe.

Das Wasser der Algodon-Bay enthält in 100.0000 Wasser, 3.6773 feste Bestandtheile, und sein specifisches Gewicht ist 1.0278. Die hier angegebenen Resultate sind auf 100 berechnet, und die Salze wasserfrei angenommen.

	Salzmasse von dem Felsen.	Wasser der Bay.
Chlornatrium	85.55	77.20
Bromnatrium	2.01	1.09
Chlorkalium	4.36	—
Schwefelsaures Kali	—	3.83
Schwefelsaure Kalkerde	4.59	5.00
Schwefelsaure Magnesia	3.02	2.57
Chlormagnesium	—	10.31
Spur Eisen und Verlust	0.47	—
	100.00	100.00

Es scheint mir demnach, dass die an dem angegebenen Orte, und unter den beschriebenen Umständen gefundenen Salzmassen wirklich als Rückstand von Seewasser betrachtet werden müssen, der schon bei Hebung der Küste sich dort gebildet hat, und der Beweis scheint hierdurch so ziemlich geliefert, dass es eben so lange dort nicht geregnet hat, wenn Nebel gleichwohl auf den Spitzen der Berge beobachtet werden.

Das stark hygroskopische Chlormagnesium ist im Verlaufe der Zeit dennoch allmählich entfernt worden. Es ist im Meerwasser reichlich vorhanden, fehlt aber hier wohl gänzlich, wie schon das Ansehen der Salzmasse ergibt.

Die Masse des Chlor reichte für Kalium und Natrium eben hin, und die Menge der Schwefelsäure sättigte Kalkerde und Magnesia. Ich habe desshalb die oben angegebene Zusammensetzung angenommen. Ich muss noch nachträglich bemerken, dass oben auf der Felsenwand *Guano* liegt, der auch von sehr altem Datum zu sein scheint, wenn gleich natürlich jünger als das Salz, denn die Seevögel gehen sobald die Küste von Menschen bewohnt ist, nicht mehr so tief ins Land.

Dies sind die Bildungen, die der Küste entlang auftreten, und derselben jenen so eigenthümlichen Charakter verleihen.

Schon vorher habe ich bemerkt, dass gegen Süd die Algodon-Bay durch eine ziemlich weit in die See reichende Landspitze geschützt wird. Ich habe so genau wie möglich eine Skizze derselben entworfen und hier beigefügt. Taf. II, Skizze 1.

Es steigt links auf dem angegebenen Entwurfe das nur theilweise angegebene höhere Gebirge an, bis an welches sich jene Massen des dunkleren Küstengesteines erstrecken, wie solches auch gegen Nord an manchen Orten der Fall ist.

Spitze und kegelförmige Formen setzen dann gegen die See zu die ganze Landspitze zusammen, und der Boden, zwischen welchem sie hervorkommen, ist durch ein weisses Conglomerat von Schalthierresten gebildet, welches durch ein kalkiges, krystallinisches Cement verbunden, und natürlich etwas kochsalzhaltig

ist. Es schliesst hie und da kleine Fragmente der dunklen Küstengesteine ein, und bildet ein zusammenhängendes festes Ganzes, wenigstens an vielen Orten, während an anderen der Zusammenhang wenig stark ist. Die Oberfläche ist mit losen Schalthieren und Crustaceen bedeckt, auch wohl mit Knochen von Walen oder Delphinen, und man findet beim Nachgraben auch Bruchstücke dieser letzteren in dem bereits erhärteten festen Muschelconglomerat. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass diese Landspitze früher aus einer aus der See hervorragenden Gruppe einzelner Felsen bestanden hat, und dass sich erst nach und nach durch vom Meere angeschwemmten Muschelgrus fester Grund und Boden gebildet hat, der die einzelnen Felsen zu einem Ganzen vereinigte.

Die äussersten Spitzen der Landspitze gegen rechts, über welcher auf der Zeichnung Vögel angebracht sind, sind mit *Guano* bedeckt, und auch allabendlich der Sammlungspunkt von zahlreichen Seevögeln.

Sie stehen isolirt in der See und ich hatte sie der starken Brandung halber nicht besuchen können. Zur Linken der Skizze liegt die schon früher erwähnte Wohnung des Engländers.

Wendet man sich von der Küste gegen die Gehänge der Berge zu, so ist fast allenthalben der Fuss derselben mit einer Menge Schutt und Gesteinstrümmern bedeckt, über welche man hinwegsteigen muss, um an die anstehenden Massen des Berges zu gelangen. Grosse herabgestürzte Gesteinsmassen von 12—15 Fuss im Durchmesser liegen hier wild umhergestreut. Die meisten derselben sind scharfkantig, und man vermag bei manchen die Stelle wohl zu erkennen, von welcher sie sich losgerissen haben.

Auf diese Art ist es bisweilen möglich, sich genauere Kenntniss von Partien zu verschaffen, die wegen der Steilheit der Gänge nicht zu ersteigen gewesen wären. Andere Blöcke sind durch Verwitterung etwas zerstört, im Verhältniss aber immer wenig. Ein gegen das Gebirge zu graugrüner, oder an mehreren Stellen röthlicher Sand oder Grus bildet die grösste Masse des Bodens, auf welchem man zum Gebirge ansteigt. Er hat sich offenbar durch allmähliches Einstürzen der Felswände, durch Verwitterung und Erdbeben angehäuft, und besteht auch in seinen kleinsten mikroskopischen Theilen meist aus scharfkantigen und nur hie und da wenig gerundeten Theilen. Erbsen- bis faustgrosse Stücke verschiedener Gesteine in denselben bilden den Übergang zu den grösseren Trümmern. Zwischen den einzelnen Quarz- und Feldspaththeilen desselben findet sich Magneteisenstein theils in vollkommen unregelmässigen Trümmern, theils in deutlich kenntlichen Oktaedern und Dodekaedern. Ich möchte die Menge dieses Magneteisensteins auf 0·5 bis 10 pCt. für die Masse des Gruses schätzen, aber gegen die Küste zu steigt dessen Menge bedeutend, ohne Zweifel bedingt durch das dortige Auftreten von doleritischen und dioritischen Formen.

Es mögen etwa durchschnittlich zwei Drittheile des Gebirges von unten auf gerechnet vorzugsweise aus Formen bestehen, die der Reihe der Grünsteine, Felsitporphyre, Dolerite und ähnlichen Bildungen angehören, während das obere Drittel mehr syenitischem Gesteine angehört. Die Lagerungsverhältnisse dieser Gesteine aber näher anzugeben, ohne die Hülfe der Phantasie zu sehr in Anspruch zu nehmen, dürfte schwer halten.

Die Grünsteine, Porphyre, Diorite in ihren Formen treten so verworren, so durch einander geschoben und in wenigstens solcher scheinbaren Vermengung auf, dass sich nur selten ein etwas klares Bild gewinnen lässt.

Hiezu kömmt noch, dass wegen zu jähen Abfalles vieler Gehänge solche nicht zu besteigen sind, während an anderen Punkten, in Schluchten und grösseren Spalten, Schuttausfüllungen störend auftreten.

Unten am Fusse des Berges gegen Süd von Tocopilla aus und auch an mehreren Stellen gegen Nord, habe ich häufig einen röthlichen oder gelblichen Felsitporphyr gefunden; bei dem ersteren herrscht Feldspath, beim letzteren Quarz vor, so dass in dem einen, leicht auch mit freiem Auge zu entdeckende grössere Partien Feldspathes, in dem anderen Quarzeinsprengungen das porphyrartige Ansehen hervorbringen. Häufig findet sich Eisenglanz in demselben und eine, wenn auch sehr geringe, Menge von kohlensaurem Kalke gibt sich durch das Aufbrausen bei der Behandlung mit Säure zu erkennen. In den feinen Zerklüftungen des

Gesteins, nach welchen hin es bei mässigen Hammerschlägen unschwer zerspringt, liegt häufig in einem dünnen Anfluge eine kaolinartige Masse, welche die Neigung desselben, sich zu zersetzen, kund gibt.

An manchen Orten wird die Mengung der Grundmasse deutlicher, Quarz und Feldspath liegen in krystallinischen Körnern neben einander und das Gestein enthält so viel Eisenglanz, dass sein specifisches Gewicht bedeutend vermehrt wird. Stellenweise ist denn auch nicht selten der Eisenglanz in kleinen, mikroskopischen Blättchen eingemengt und so gleichmässig vertheilt, dass er dem Gesteine ein grauschwarzes Ansehen verleiht.

Diese Felsart tritt, wie erwähnt, in bedeutender Länge-Erstreckung um die Algodon-Bay auf, und es kann ihr erstes Auftreten mit Sicherheit etwa 150′ über dem Spiegel der See angegeben werden, weil weiter gegen unten Trümmer und Schutt ein tieferes Eindringen verhindern.

Es treten gangartige Bildungen in dem Gesteine auf, von einigen Zollen Mächtigkeit, deren Verlauf ich aber nicht weiter untersuchen konnte, weil ich sie nur in grösseren von oben herabgestürzten Felsblöcken näher zu beobachten im Stande war. Dieselben sind mit Eisenglanz ausgefüllt, dem hie und da Magneteisen beigefügt ist. Bisweilen findet sich auch eine solche das Gestein durchziehende Spalte mit Quarz ausgefüllt, der gegen die Mitte des Ganges zu ebenfalls mit Eisenglanz theilweise ausgefüllte Drusenräume bildet. Ich glaube indessen nicht, dass dieses Vorkommen von Quarz und Eisenglanz eigentlich als eine wirkliche Gangbildung zu betrachten ist, sondern halte es mehr für eine nesterweise Absonderung, indem ich diese letzte Form der Ausscheidung deutlich sonst zu beobachten Gelegenheit hatte.

Drusige Bildungen finden sich nicht selten, die entweder ganz mit Eisenglanz ausgefüllt oder deren Wandungen doch wenigstens noch damit bekleidet sind. Ebenso findet man derbe Stücke dieses Minerals hie und da zerstreut am Fusse des Berges liegen.

Die Massen dieses Felsitporphyrs, der eine grosse Ausbreitung in der Nähe der Algodon-Bay hat, machen den Eindruck einer emporgeschobenen Mauer, theilweise wenigstens, indem sie terrassenartig ansteigen und einen Absatz bilden, an anderen Orten steigen sie aber, auch steile Gehänge bildend, weiter aufwärts.

Oft dicht neben diesem so eben beschriebenen Felsitporphyre, bisweilen in gleicher Höhe, so dass ein Übergang einer Gesteinsart in die andere stattfindet, tritt ein anderer Felsitporphyr auf. Ich sage ein Übergang, denn ein eigentliches Durchbrechen habe ich nirgends beobachten können. Da aber wo gegen die Höhe der Gehänge zu der vorher erwähnte Felsitporphyr zu Ende geht, beginnt nicht selten die andere zweite Abart, so dass öfters und namentlich in grösserer Entfernung hier von der See aus, die Formen ein schichtenähnliches Ansehen gewinnen. Dieses zweite Gestein hat ein sehr schönes und entschieden porphyrartiges Ansehen. Es ist dunkel braunroth und in der ziemlich feinkörnigen Masse finden sich schöne glänzende Krystalle von Orthoklas eingewachsen, welcher etwas heller gefärbt, als die Grundmasse dem Gesteine ein zierliches Ansehen gibt. In kleinen Körnern findet sich noch ein dunkel gefärbter Quarz in demselben, aber man bedarf schon eine stärkere Vergrösserung, um ihn wahrzunehmen. Wie in dem vorher beschriebenen Gesteine findet sich auf Spalten hie und da ein kaolinartiger Anflug. Es fehlt in beiden Gesteinen der Glimmer gänzlich.

Zwischen diesen mauerähnlich über einander auftretenden Bildungen kommen aber wieder Formen vor, und bilden einen Theil der Gehänge, die kegelförmig hervorgetreten zu sein scheinen, oder wenigstens als einzelne Kuppen hervorstehen. Aber diese Formen sind so wild verworren und zum Theil so vollkommen unzugänglich, dass es mir, wie schon bemerkt, unmöglich war, ein klares Bild der einzelnen Lagerungsverhältnisse zu erhalten.

So fand ich einen hellgelben fast weissen Felsitporphyr, ebenfalls wie der obenangeführte vielen Eisenglanz führend, während nicht weit von demselben ein rothbraunes Gestein auftritt, das einen Uebergang von Felsit zu Felsitporphyr bildet. Es ist in der scheinbar gleichförmigen rothbraunen Grundmasse, die nur bei stärkerer Vergrösserung sich in ein Gemenge von röthlichem Quarze und Feldspath auflöst, welche kaum körnig werden kann, nur selten ein grösserer Krystall von Orthoklas zu finden.

Gleichförmig aber durch die ganze Masse des Gesteins ist kohlensaurer Kalk verbreitet, den ich selbst unter dem Mikroskope nicht unterscheiden konnte, welcher aber durch Behandlung des Gesteins mit Säure leicht nachgewiesen wird. Ich habe diese Felsart über 800 Fuss hoch über der Meeresfläche gefunden.

An einem Blocke derselben von mehr als 10 Fuss im Durchmesser fand ich Kalkspath mit sehr deutlicher rhomboedrischer Absonderung aufsitzend, und fand ebenso in der Nähe jenes Blockes faustgrosse Stücke desselben Kalkspathes umherliegen, welche ohne Zweifel denselben Ursprung hatten.

Ist einer dieser Felsitporphyre jünger als der andere? Haben Durchbrechungen des einen durch den andern stattgefunden? Ich weiss es nicht, aber da ich bei jenen Massen einen deutlichen Fall dieser Art nicht gefunden habe, wohl aber mehrfach allmähliche Übergänge eines Gesteins in das andere, so möchte ich die Mehrzahl dieser verschiedenen Formen eher als gleichzeitig gehoben annehmen.

Eine quantitative Verschiedenheit der Bestandtheile, aus welchen sie gebildet worden sind, die an einzelnen Orten stattgefunden haben mag, noch mehr aber eine schnellere oder langsamere durch verschiedene Umgebungen verschieden modificirte Abkühlung, wohl denkbar bei vielleicht partieller Hebung aus Meeresgrund, erklärt wohl hinreichend die Verschiedenheit der Gesteine selbst.

An anderen Punkten hingegen haben ohne Zweifel Durchbrechungen und Hervortreten jüngerer Massen stattgefunden. So tritt als ein solcher Fall eine Doleritbildung auf, welche ich bis 550 Fuss hoch verfolgt habe, und welche, ebenfalls südlich von der Algodon-Bay, eine gewisse Strecke weit den Felsitporphyr verdrängt.

Es steigt dieselbe treppenförmig aufwärts und gehört zu jenen Bildungen, welche ebenso wie die verschiedenen Modificationen des Felsitporphyrs dem Gebirge, von einiger Entfernung gesehen, ein geschichtetes Ansehen ertheilen.

Das Grundgemenge der doleritischen Felsart ist so innig und feinkörnig, dass kaum unter dem Mikroskope selbst bei stärkeren Vergrösserungen sich die einzelnen Bestandtheile erkennen lassen. Accessorische Gemengtheile sind keine in demselben zu bemerken. Es wirkt ziemlich stark auf die Magnetnadel. Die einzelnen Abschnitte erreichen durchschnittlich eine Höhe von 20 bis 30 Fuss und steigen senkrecht in die Höhe, flächen sich aber oben stets ab, um später wieder auf gleiche Weise anzusteigen, wodurch die treppenähnliche Form entsteht.

Während die verticalen Wandungen der Felspartie dunkel, fast rein schwarz erscheinen, ist die horizontale Fläche mit Producten der Verwitterung bedeckt, indem die zersetzten und abgelösten Fragmente der einzelnen verticalen Wände stets auf die obigen flachen Partien fallen und dort liegen bleiben. Die grünliche oder röthliche Färbung dieser Zersetzungsproducte des Dolerits bewirkt jenes schichtenähnliche Ansehen und selbst unten am Fusse des Berges in solcher Entfernung, dass die Erscheinung noch wahrgenommen werden kann, glaubte ich, wenn auch nicht an eigentliche Schichtung, doch aber an ein ähnliches Verhalten, wie solches von den verschieden gefärbten Felsitporphyren geboten wird. Das Gestein hat ziemlich starke Neigung zu plattenförmiger und säulenartiger Absonderung, ist aber dennoch höchst fest und hart. Bei den Verhältnissen, welche in jenen Gegenden der Verwitterung eigentlich so ungünstig sind, scheint zur Bildung dieser Ablagerungen zerfallenen und verwitterten Gesteines ein langer Zeitraum gehört zu haben, wenn man nicht die hohen Temperaturgrade jener Breiten zu Hülfe nehmen will.

Zum Theil erklärt sich aber wohl auch die bedeutende Masse der Anhäufungen dadurch, dass das von der oberen Felswand abgelöste und auf das nächstfolgende untere Plateau gefallene Fragment dort ruhig liegen bleibt und nicht, wie in andern Gegenden, durch Regengüsse hinweggeführt wird.

In heisseren Ländern überhaupt tritt die Verwitterung in einer Art auf und in einem Grade, von dem wir uns kaum eine Vorstellung machen können. Ich habe ohnweit Rio de Janeiro den Granit bis zu 8 Fuss Tiefe so vollständig verwittert gesehen, dass mit leichter Mühe ein dünner Stab in denselben gesteckt werden konnte. Auf dem Wege nach der dort angelegten grossen Wasserleitung habe ich einen verwitterten

feinkörnigen Granit getroffen, der auf den ersten Blick gewissen Liassandsteinen so täuschend ähnlich sah, dass ich ihn erst zu Hause angekommen für zersetzten Granit erkannte, obgleich das Vorkommen von irgend einer Sandsteinform an dem angeführten Orte und unter den dortigen Verhältnissen beinahe von vorneherein als eine Unmöglichkeit angenommen werden durfte.

Die starken Regen in Brasilien und die dabei herrschende ununterbrochene Hitze sind dort wohl die vorzüglichsten Ursachen jener bedeutenden Zersetzungen. Ein deutlicher Beweis aber, dass Sonnenwärme schon allein sehr zersetzend auftritt, findet sich in Chili. In den vielen engen Thalschluchten, die hinter Valparaiso sich in das Küstengebirge ziehen, ist stets die gegen Nord gelegene und der Sonne fortwährend ausgesetzte Seite der Felsenabhänge stark verwittert, während die entgegengesetzten Partien desselben Gesteins in sehr geringem Grade, oft kaum merklich verändert sind.

Unter den Gesteinen, welche ziemlich häufig in nördlicher und südlicher Richtung der Algodon-Bay auftreten, will ich eines schönen Dioritporphyrs erwähnen, der nicht selten in ziemlicher Höhe gegen das Gebirge hin ansteht. Schwarze Hornblende in augitischen Säulen und perlmutterglänzende Krystalle von Albit geben der feingemengten Grundmasse ein zierliches Ansehen. Stellen, wo dieses Gestein die Felsitformen durchbrochen hat, habe ich nicht gefunden, doch möchte ich solche annehmen, weil ich dasselbe sowohl in gleicher Höhe mit jenen am unteren Theile des Gebirges gefunden, als auch weiter oben angetroffen habe. Das Gestein hat allenthalben eine unregelmässige polyedrische Absonderung, welche hie und da zum plattenförmigen neigt. Die Spaltungsklüfte sind bisweilen mit Pistazit überzogen, in der Masse selbst habe ich dieses Mineral nicht aufgefunden.

Mannigfache andere Formen der in dem Vorstehenden angegebenen Familien ergeben sich als Findlinge theils in den Schluchten, theils an den Geröll- und Schutthaufen, welche den Fuss des Gebirges durchziehen, und beurkunden, dass die Hauptmasse des Gebirges wohl aus analogen Gesteinen bestehen mag. Ich will von diesen Findlingen nur eines erwähnen. Ziemlich häufig, indessen nur an einigen Stellen, fand ich in Trümmern von Faustgrösse bis etwa abwärts zu der einer Wallnuss, ein Gestein, das aus einer dunklen quarzigen Grundlage mit eingesprengtem spärlichen Feldspathe bestand, und dabei eine ziemliche Menge allenthalben vertheilten kohlensauren Kalkes enthielt und zugleich Eisenglanz. Die Oberfläche aller dieser Findlinge ist aber blasig, verrissen oder gefurcht und zeigt sich unter dem Mikroskope ganz bedeckt mit undeutlichen dunklen Quarzkrystallen.

Diese schlackige Masse scheint theilweise einen grossen Theil des Exemplares zu bilden, indem die feste nicht poröse Grundmasse fast gänzlich zurückgedrängt erscheint und fast das ganze Stück aus ersterer besteht.

In allen Fällen aber müssen die einzelnen Trümmer, wie sie gefunden worden, um jene Grundmasse zum Vorschein zu bringen, erst angeschlagen werden, da sie allenthalben mit dem rauhen schlackigen Überzuge bekleidet ist.

Der ganze Habitus dieser Findlinge gleicht sehr gewissen Laven oder vulcanischen Auswürflingen.

Ich will nicht entscheiden, ob sie zu solchen gehören, sondern begnüge mich damit, ihr Vorkommen zu bezeichnen.

Der Charakter der Küstengesteine und mehr oder weniger von zwei Drittheilen des Gebirges, von unten nach oben gerechnet, ist der bisher geschilderte.

So an der Algodon-Bay selbst, als wie auch mehrere Stunden gegen Süd und Nord, und ebenfalls in dem etwa vier Stunden weit gegen Nord gelegenen Mamilla. Höher hinauf gegen das Gebirge herrschen durchgehend granitische Gesteine vor. Auftretend als mässiges Gestein geht unweit Tocopilla auf der Höhe des Gebirges ein Syenit zu Tage, der nur wenig Quarz enthält, aus röthlichem Orthoklas und fast schwarzer Hornblende besteht und eine ziemliche Verbreitung hat.

Weiter gegen Nord finden sich quarzreichere Lager des Gesteins nicht selten mit Neigung zu plattenförmiger Absonderung. Das Gestade hat hier durch ziemlich starken Gehalt an Hornblende ein dunkles

Ansehen. Bei Mamilla tritt auf der Höhe des Gebirges ein sehr schöner, durch viele Hornblende noch dunkler gefärbter Syenit auf, indessen habe ich auch am Fusse des Berges, zwischen Dioriten und Doleriten ihm sehr ähnliche Syenite zu Tage gehen sehen. Granulit mit schieferiger Structur habe ich dort auf der Höhe des Gebirges ebenfalls angetroffen, doch konnte ich mich dort zu kurze Zeit aufhalten, um den Verlauf des Gesteines sorgfältiger beobachten zu können. Es enthält Lievrit als vicarirenden Bestandtheil für Granat, ist aber, sowie auch sämmtliche Syenite, vollständig glimmerfrei. Ich kann mich überhaupt nicht erinnern, in jener ganzen Gegend nur einmal Glimmer als Gemengtheil irgend eines Gesteines gefunden zu haben, und keines der von mir mitgebrachten Handstücke enthält nur eine Spur dieses Minerals.

Die Kupferminen der Algodon-Bay.

Die reichen Lagerstätten von Kupfererzen, welche sich in der *Algodon-Bay* finden, sind ohne Zweifel die alleinige Ursache der gegenwärtigen Ansiedlung von Menschen in jener sterilen Gegend. Die Längserstreckung der erzführenden Gänge kann nicht mit Genauigkeit angegeben werden.

Man hat den Bau der Minen, wie es scheint, stets nur da begonnen, wo die Erze zu Tage gingen und sich nicht viel mit unterirdischer Schärfarbeit abgegeben. So mögen denn wohl die kupferhaltigen Gänge an vielen Stellen nicht sehr mächtig von der Bergart überlagert sein, und dürften vieler Orten bauwürdig befunden werden.

Die allgemeine Streichungslinie der Kupfergänge verläuft in der *Algodon-Bay* von Nord nach Süd.

Auch die erzführenden Gänge in Chili streichen in gleicher Richtung, während im Centralamerika dieselben von Ost nach West streichen. Einzelne Gänge streichen indessen auch ausnahmsweise in östlicher Richtung, wie z. B. solche, die nördlich von der Bay liegen, wo ein Vorsprung des Gebirges gegen West hervortritt, so dass die Gänge der Streichungslinie der Küste zu folgen scheinen.

Soviel ich habe finden können, kommt ein Durchsetzen der Gänge nicht vor. Die meisten scheinen unter sich mehr oder weniger parallel zu verlaufen. Aber trotz der bedeutenden Ausbeute von Erz, die dort gewonnen wird, sind dennoch die Gänge im Verhältniss so wenig aufgeschlossen, dass eine nur halbweg genaue Darlegung jener Verhältnisse gegenwärtig kaum noch zulässig ist.

Ein Zertrümmern der Gänge ist hie und da beobachtet worden, aber diese Trümmer keilen sich meist bald aus, so dass man sie selten oder nie verfolgt. Die Mächtigkeit der eigentlichen im Betrieb stehenden Gänge ist eine verschiedene. Ich glaube, dass sie durchschnittlich zwischen ein und zwei Metres anzunehmen ist.

Das Fallen der Gänge findet, insoferne eine Beobachtung durch hinlängliches Aufschliessen derselben zulässig war, meist mehr oder weniger in einer senkrechten Richtung Statt, seltener in einem Winkel zwischen 60^0—70^0.

In diesem letzten Falle findet dann meistens auch ein Abfallen des Gebirges von West nach Ost, von der Küste gegen Bord hin Statt, so dass die Absonderungsflächen des Gebirges von den Gängen im rechten Winkel geschnitten werden.

Das Nebengestein ist in grösseren Tiefen Diorit, auch Eklogit, in geringer Tiefe aber ein klar ausgesprochener, sehr quarzreicher Syenit. Bisweilen fehlt die Hornblende indessen, und das Gestein besteht dann aus einem Gemenge von Quarz und Albit, ohne andere Gemengtheile als eingesprengtes Kupfererz. Selbst der Albit ist dann, wie ich mehrfach gefunden habe, mit Kupfer dergestalt durchzogen, dass ungefärbte Krystallenfragmente desselben bei der Befeuchtung mit Salzsäure grünlich werden und vor der Wasserstoffgasflamme derselben eine blau-grünliche Färbung ertheilen.

Es wird also hiedurch das schon oben Ausgesprochene bestätiget, dass die obere Partie des Gebirges aus syenitischem Gesteine besteht.

Die Mineralien, welche vorzugsweise die Gänge constituiren, sind Kupferglanz, Kupferkies, Rothkupfererz, Ziegelerz, Kupferindig und Atakamit.

Der Kupferglanz findet sich derb und in mächtigen Stücken, ich habe keine Krystalle dieses Minerals gefunden. Er kömmt sowohl schwärzlich, bleigrau und stahlgrau ins Eisenschwarze spielend, als auch buntfarbig angelaufen vor, hat muschlichen Bruch und sehr geringe Härte.

Der Kupferkies wird derb gefunden und ebenfalls ohne deutliche Krystalle. Er kömmt meist mit hexaëdrischem Eisenkies gemengt vor, und die Stücke des zu Tage geförderten Erzes, die ich in grossen Massen zu sehen bekam, und welche Kupferkies enthielten, hatten meist auch wenigstens ein Drittel hexaëdrischen Eisenkieses in theilweis sehr schönen Krystallen.

Bisweilen scheinen Übergänge in Kupferindig stattzufinden. Auch Quarz und Feldspath sind nicht selten eingesprengt, so wie hie und da Gyps, Rothkupfererz (oktaëdrisches Kupfererz) habe ich nicht häufig getroffen, indessen findet es sich als sogenanntes Ziegelerz in einer innigen Mengung mit Eisenoxyd desto häufiger, und bildet erdige Massen, die bisweilen fast vollkommen karminroth sind.

Kupferindig endlich scheint meist an den mit dem Nebengestein in Berührung stehenden Gangflächen und auf oberen Gangmitteln vorzukommen. Ich habe das Mineral in den Gruben nicht selbst gefunden, aber häufig in den Erzvorräthen des einen der Grubenbesitzer getroffen.

Es enthält meist Quarz und zersetzten Feldspath eingesprengt und nicht selten sehr schöne Individuen von hexaëdrischem Eisenkies. Die Farbe ist tief indigblau mit starkem Fettglanze. Bisweilen aber ist derselbe verschwunden und das Mineral hat dann eine braune, bloss hie und da ins Tiefblaue spielende Farbe angenommen, hat fast erdigen Bruch und bloss an einzelnen Stellen gibt die noch etwas krystallinische Structur desselben zu erkennen, dass ein Umwandlungsprocess vor sich gegangen ist.

Atakamit endlich (prismatoidischer Habronemmalachit), den ich oben als eines der Mineralien angegeben habe, das vorzugsweise die Kupfergänge constituiren hilft, kömmt wirklich so häufig vor, dass er nicht nur fast allen anderen Kupfererzen beigemengt ist, sie in feinen Adern durchzieht, oder überkleidet, sondern dass er auch allein und nur mit Beimengung von wenigem Rothkupfererz einen Gang für sich allein auszufüllen scheint. Man hat jene Grube *Atakamita* genannt. Ein Schacht, der 1600′ über dem Spiegel der See ausmündet, und etwa 200′ niedergeht, und von dem mehrere Strecken ausgehen, ist fast in reinem Atakamit getrieben. Vor Ort sowohl, als auch am Tiefsten des Schachtes steht der Atakamit in mächtigen Massen an und die zu Tage gebrachten und auf die Halde geförderten Erze bestehen aus demselben Mineral.

Mehrere kleine Gruben in der Nähe der besprochenen sind ebenfalls sehr reich an diesem Minerale und an anderen Orten geht dasselbe zu Tage, ohne dass man bis jetzt noch Versuche zum Abbau gemacht hat.

Aber nicht bloss in diesen Gruben, sondern auch auf den anderen Revieren kömmt dort reichlich jenes seltene Mineral vor, und fast alle Erze sind entweder damit durchzogen oder enthalten es eingesprengt.

Kohlensaures Kupfer kömmt in keiner der Gruben vor.

Recht augenfällig zeigt das Vorkommen des Atakamits in jenen Gängen seine Entstehung durch Zersetzung und zwar, wie ich glaube, hier vorzugsweise durch Veranlassung des Seewassers, und hauptsächlich werden es die Oxyde des Kupfers sein, die einer solchen Zersetzung unterlegen sind. Man findet den Atakamit theils als ein derbes Haufwerk krystallinischer Massen, rhombischer dem Systeme des Orthotypes angehörenden Prismen, theils sind die Rothkupfererze und Ziegelerze mehr oder minder mit demselben durchzogen, dass entweder das Kupferchlorid als Beimengung der genannten Mineralien auftritt, oder dass jene selbst wieder als spärliche Einsprengungen des Atakamits betrachtet werden können.

So besitze ich ein Exemplar, welches fast gänzlich aus einem Aggregate von pseudomorphen Oktaëdern des Rothkupfererzes besteht, indem die einzelnen drei bis vier Linien grossen Individuen aus den rhombischen Prismen des Atakamits zusammengesetzt sind.

Während bei diesem und ähnlichen Vorkommen des Kupferchlorids eine directe Zersetzung der Masse des Kupferoxyduls angenommen werden kann, ist bei anderen Exemplaren eine Sublimation nicht zu verkennen. Es findet sich in grossen büschelförmig, strahligblätterigen Massen auf einem etwas kupferhaltigen Eisenoxyde aufgewachsen oder erfüllt in kleineren Individuen dessen Zwischenräume, oder es überzieht Drusenräume anderer Mineralien. So kömmt dort ein Eisenocher vor, der bisweilen mit einem dünnen Überzuge von Quarzkrystallen bekleidet ist. Zwischen diesem und wohl auch auf demselben befindet sich der Atakamit in einem höchst dünnen lauchgrünen krystallinischen Anfluge, so dass die ganze Fläche ein glänzendes und wirklich prachtvolles Ansehen gewinnt.

Die Farbe eines Atakamits, den ich dort gefunden habe, ist schön smaragdgrün. Grössere Haufwerke von Krystallen haben nicht selten eine bräunliche Farbe, aber es zeigt sich bei näherer Betrachtung, dass diese von höchst fein zertheiltem Kupferoxydul herrührt, welches sich zwischen den durchscheinenden Atakamit-Krystallen befindet.

Abgesehen von anderen chemischen Reactionen, die bei dem Aufsteigen der Kupfererze, bei der Anfüllung der Gangspalten, vor sich gegangen sind, reicht vielleicht schon das Seewasser allein zur Erklärung dieser häufigen Atakamit-Bildung hin. Wahrscheinlich ist das Heraufdringen der Kupfererze noch vor der Hebung jenes Küstentheiles über den Spiegel der See vor sich gegangen. Submarine vulcanische Thätigkeit erhitzte und spaltete gleichzeitig den syenitischen Meeresgrund und die tiefer liegenden, wohl auch schon gebildeten Felsitformen. Durch die gebildeten Spalten drangen die Kupfererze ausfüllend nach, während das von oben eindringende Seewasser die Zersetzungen bewerkstelligte, von denen jetzt die gangausfüllenden Mineralien Zeugniss geben. Ebenso kann eine gleichzeitige Hebung zugleich mit jener Spaltenerfüllung gedacht werden. Immer wird Seewasser auf das glühende oder feurig flüssige Gestein eingewirkt haben. Es wäre selbst ein Eindringen von Seewasser in die in Bildung begriffenen Gänge durch unterirdische Canäle denkbar, wenigstens gibt die Nähe der See diesem Gedanken wohl Raum.

Die bei dem damaligen höheren Atmosphärendrucke ebenfalls höhere Temperatur des Siedpunktes, auf der andern Seite die hohe Temperatur der Wasserdämpfe erklärt leicht einerseits die Umsetzung einiger Kupfererze, besonders des Oxyduls in Chlorkupfer, während eine Sublimation eines Theiles des neugebildeten Körpers auf der andern Seite ebenso durch die wohl länger anhaltende hohe Temperatur der erfüllten Gangspalten denkbar, ja fast theilweise nothwendig erscheint.

In der That hat Haidinger schon früher den grünen Überzug antiker Gefässe, die längere Zeit der Einwirkung des Meerwassers ausgesetzt waren, als aus Kupferchlorid bestehend, gefunden, und ich selbst habe später ganz Ähnliches auf der See beobachtet.

Die Geräthschaften von Messing, welche häufig vom Seewasser bespült werden, überziehen sich schon in kurzer Zeit mit einer festhaftenden Schicht von amorphem Kupferchlorid. Ich habe mich durch Versuche überzeugt, dass Gegenstände, die abwechselnd vom Seewasser bespült und hierauf wieder einige Zeit von der Sonne getrocknet werden, am Schnellsten und Dauerhaftesten überzogen wurden.

Es braucht mithin für die Bildung von Atakamit bei Anwesenheit von regulinischem Kupfer oder einer Legirung nicht einmal eine stark erhöhte Temperatur angenommen zu werden.

Von Mineralien, welche die Kupfererze begleiten, oder welche wenigstens als seltener in den Gruben vorkommend angenommen werden können, habe ich folgende gefunden:

Gediegen Kupfer, bloss hie und da amorph, plattenförmig und mannigfach gewunden. Die etwa sechs Zoll langen und drei bis vier Zoll breiten Stücke, die ich besitze, zeigen deutlich, dass sie zwischen kleineren Klüften anderen Gesteines gebildet worden sind. Ihre Oberfläche ist theilweise mit Gypsspath, Pistazit und amorphem Atakamit angeflogen. Sie tragen deutlich die Eindrücke des Gesteines, welches sie umschloss. In derselben Grube kommt in grösserer Tiefe ebenfalls gediegenes Kupfer vor, doch in kleineren Partien. Die zu Tage geförderten, indessen nicht häufigen Erze, bestanden aus Rothkupfererz mit Eisenoxyd gemengt.

In den Spalten derselben und theils als Anflug, aber in kleinen Massen, befindet sich das gediegene Kupfer wieder in Begleitung von Gyps und Atakamit. Bisweilen waren es auch Stücke von Grünstein, in welchen das Kupfer und die genannten Mineralien gelagert waren, bisweilen derber Lievrit mit Quarz und etwas Speckstein, und namentlich war der Lievrit ganz durchzogen mit höchst feinen Lamellen gediegenen Kupfers.

Fahlerz, selten. Auffallend war mir eine kugelförmige Absonderung, die im Innern aus einem Gemenge von Fahlerz, Schwefelkies und Quarz bestand und mit Feldspath, Flussspath und Quarz umgeben war. Ich habe unter den ausgebrachten Erzen das Vorkommen von Fahlerz nur einigemale beobachten können.

Neben dem schon erwähnten Schwefelkies und Lievrit wird Eisenoxydhydrat gefunden, bisweilen in kleineren Massen mit einem Überzuge von Atakamit und sehr kleinen Quarzkrystallen, bisweilen aber auch in grösseren, mehrere Fuss im Durchmesser haltenden derben Stücken.

Es kömmt zwischen den Kupfererzen, so viel ich erfahren konnte, meist in der Nähe der Saalbänder vor, und wird von den Arbeitern als nutzlos sogleich entfernt, wesshalb man in den Thalsohlen häufig Stücke desselben findet, welche von oben hinunter geworfen worden sind, da die Mundlöcher der Baue sich meist in ziemlich beträchtlicher Höhe und sehr steilen Hängen befinden.

Eisenglanz, dessen ich schon früher als accessorischen Bestandtheiles der Felsitporphyre erwähnte, wird bisweilen ebenfalls, theils als schuppiger Eisenglanz und eingesprengt, theils in grösseren Nestern ausgeschieden, in jenem Eisenoxydhydrate gefunden.

Von nicht metallischen Mineralien finden sich, jedoch nicht sehr häufig, Quarz, in kleineren Drusenräumen der Kupfererze hie und da auskrystallisirt. Er ist meist von Prismen von Atakamit begleitet, oder mit einem feinen Anfluge desselben überzogen, so dass die kleineren Krystalle smaragdähnliches Aussehen erhalten.

In der Tiefe der Grube von Atakamita habe ich ein Mineral gefunden, welches Ähnlichkeit mit Allophan hat, aber durch Chlorkupfer grün gefärbt ist.

Es kömmt theils in grösseren, derben, amorphen Stücken vor, am Nebengesteine, dort in der Tiefe Grünstein, während oben Syenit, und einzelne Partien jenes Grünsteins sind an den Saalbändern mit demselben durchzogen, während gegen den Gang zu derbere Massen anstehen. Es hat einen flachmuschlichen Bruch, und ist pistaziengrün bis blaugrün. Eingesprengt findet sich Atakamit in demselben.

Bisweilen geht es deutlich in Speckstein (Pimelit) über, oder wenigstens in ein demselben sehr ähnliches Mineral.

Ich besitze ferner eine Varietät, in kleineren Partien auf Atakamit aufsitzend, welche durchscheinend ist, und etwas opalisirt.

Es enthält Thonerde, Kalkerde etwas, jedoch nicht sehr viel Kieselerde, Chlorkupfer, Spuren von Eisen, und so viel ich gefunden habe, ziemlich constant 30 pCt. Wasser. Eine quantitative Analyse, die ich später unternehmen werde, wird zeigen, ob das Mineral eine bestimmte Zusammensetzung hat, oder bloss als ein Gemenge zu betrachten ist.

Die specksteinartige Substanz, in welche bisweilen das so eben erwähnte Mineral übergeht, ist stellenweise vollständig blaugrün gefärbt, sie enthält Talkerde, und würde sich auf diese Weise dem Pimelit von Rosemütz nähern, der indessen bekanntlich durch Nickeloxyd grün gefärbt ist, während hier das Chlorkupfer die Färbung bedingt. — Ziemlich häufig wird endlich in den Gruben Gyps gefunden, krystallisirt sowohl, als amorph. Er kömmt auf den Atakamit-Lagern zum Theile durch Volum-Vermehrung in Folge der Bildung aus Anhydrit oder kohlensaurem Kalke, in gefalteten oder gestreckten, blassrothen, citronengelben Bändern, zum Theile derb, aber auch und nicht selten in Drusenräumen vor, welche er mit Individuen von kaum erkennbarer Grösse bis zu einem halben Fuss Länge auskleidet.

Einzelne Krystalle haben ihre ursprüngliche, dem augitischen Systeme angehörende Form in eine linsenförmige umgewandelt, die meisten aber sind wohlerhaltene scharfkantige Individuen, wasserhell, irisirend, von sehr vollkommen prismatoidischer Theilbarkeit, und auf den Theilungsflächen durch pracht-

vollen Perlmutterglanz ausgezeichnet. Viele der augitischen Krystalle kommen zum Theil in der Querfläche, theils aber in der Fläche der vollkommensten Spaltbarkeit in Zwillingen zusammengelagert vor.

Bei andern Gruppen sind die Individuen von einem Punkte aus divergirend, wieder bei anderen parallel über oder neben einander aufgelagert.

Bisweilen sitzen kleine Atakamit-Krystalle auf den Gyps-Individuen, bisweilen aber haben diese letzteren eine Unterlage von Atakamit, und wenn sich dies in kleineren Drusenräumen trifft, so erscheint der Gyps so täuschend smaragdgrün gefärbt, dass ich mich vom Gegentheile und der Farblosigkeit des Gypses erst überzeugen konnte, nachdem ich einige Individuen von der Unterlage, dem Atakamite, abgesprengt hatte.

Was den Betrieb des Bergbaues in der Algodon-Bay endlich betrifft, so wird derselbe, wie mir scheint, ziemlich einfach angegriffen.

Da die kupferhaltigen Gänge an vielen Orten zu Tage gehen, so begnügt man sich, wo der Gang mächtig erscheint, nach Befund einen Schacht oder Stollen einzutreiben, und dann durch Streckenwerke oder Gesenke abzubauen. Ich habe in keiner der Gruben Grubenzimmerung oder Mauerung gesehen.

Die Gesteine stehen gut und die Bauten sind durch bogenförmige Förste hinreichend gesichert.

Eine Wassergewältigung ist nicht nöthig, da die Gruben fast alle wasserfrei sind. Nur auf der Sohle der Mine Atakamita, etwa 1400′ über dem Spiegel der See, habe ich etwas Wasser gefunden. Es ist aber dies ein grosses Glück für den dortigen Bergbau, und trotz der reichen Gänge ohne Zweifel eine Lebensfrage für denselben.

Wenn man bedenkt, dass bereits alle Nahrungsmittel auf den Dampfschiffen von weit entlegenen Häfen oder von Cobija, wo sie jetzt theuer gekauft, in die Bay gebracht werden müssen, dass ferner das Wasser zum Getränke für Menschen und Thiere entweder durch Destillation gewonnen, oder etwa zwei deutsche Meilen weit zu Boot dorthin gebracht werden muss, so ist leicht einzusehen, dass kostspielige Wasserhebungen sowie Grubenzimmerung kaum für die Werke anzuschaffen sein würden. Hiezu kömmt noch der Holzmangel an der Küste, so dass auch das Holz für die Bauten weit hergeschafft werden müsste.

Die Form der Schächte ist die kreisrunde. Die Fahrten bestehen aus viereckig behauenen hölzernen Stämmen von etwa 8 bis 10 Zoll Durchmesser, in welche von 10 zu 10 Zoll etwa 2 Zoll tiefe Einschnitte horizontal eingehauen sind.

Diese Stämme ruhen unten auf einer in die Wandung des Schachtes gehauenen ziemlich seichten Vertiefung, in welcher zugleich der obere Theil des nächsten Stammes ruht, welcher dann wieder quer über die Breite des Schachtes bis zur nächsten Bühne abwärts reicht. Diese Art des Anfahrens ist natürlich höchst unbequem, da man kaum mit den Fussspitzen eintreten kann, und doch wird die Förderung einzig auf dem Rücken bewerkstelliget, und ein Arbeiter fördert jedesmal eine Last von 130 Pfunden, welche in einem ledernen Sacke befindlich ist.

Die Grubenbeleuchtung wird durch Talgkerzen bewerkstelliget, welche in kleinen plastischen Klumpen von Letten stecken, und auf diese Weise leicht aller Orten angeheftet werden können.

Was die Gewinnung der Erze betrifft, so wird dieselbe sowohl mit Schlegel und Eisen, als auch durch Sprengarbeit betrieben. Die Besitzer der Gruben leiten den Abbau derselben selbst, indessen stehen im Dienste derselben, wie ich gefunden habe, stets einige europäische Bergleute, die die Aufsicht führen, während die Eingebornen, Bolivianer und Chilenen die Häuerarbeiten und die Förderung betreiben. Diese Leute gebrauchen ein wirklich kolossales Fäustel, das sicher 16 bis 18 Pfunde wiegen muss, und ein entsprechendes Fimmel. Nach Art der Matrosen, die keine Arbeit ohne ein eigenthümliches Geschrei, oder wenn man will, monotonen Gesang, vollführen, stösst der bolivianische oder chilenische „Minero" während

er das Fäustel schwingt, ein ganz eigenthümliches Heulen oder Winseln aus. Auch die mit der Förderung beschäftigten Arbeiter thun dessgleichen, und man kann sich schwer den sonderbaren Eindruck vorstellen, den diese kläglichen, jammervollen Töne auf den machen, der zum Erstenmale die Grube befährt.

Diese Arbeiter sind gewöhnlich junge Leute, 18 bis 25 Jahre alt, meist klein und zierlich gebaut, aber natürlich mit unendlich entwickelter Muskulatur. Ich habe in der Grube Rosario einen 12jährigen Knaben gesehen, der stets 100 Pfunde auf einmal zu Tage förderte. Arme und Schenkel waren bei diesem Subjecte dermassen ausgebildet, dass man die Extremitäten eines erwachsenen Mannes vor sich zu haben glaubte. Dies ist indessen als eine Ausnahme zu betrachten, indem sonst bloss Erwachsene zur Arbeit genommen werden. Die Löhne für einen der eingebornen Arbeiter belaufen sich auf circa 20 spanischer Thaler im Monate und es wird von den Besitzern der Gruben dafür gesorgt, dass sie die Nahrungsmittel zu billigen Preisen aus ihren Vorräthen beziehen können.

Ich will diese kurze Skizze über den Bergbau in der Algodon-Bay mit Angabe der Art und Weise schliessen, wie die zu Tage geförderten Erze an die Stapelplätze gebracht werden.

Eine allgemeine Sortirung derselben findet in den Gruben selbst schon insoferne Statt, dass unbrauchbares Gestein schon dort geschieden für sich zu Tage gefördert und sogleich entfernt wird.

Man schüttet dasselbe, da die Mundlöcher meist an steilen Abhängen angesetzt sind, sogleich vor denselben entweder in die Tiefe, oder vor dem Mundloche selbst in der Art auf, dass eine Halde vor demselben entsteht, und durch dieselbe Raum für andere Arbeiten gewonnen wird. Die Erze selbst werden dann sogleich vor der Grube weiter sortirt, wobei man gewöhnlich drei Qualitäten annimmt, und dann in lederne Säcke gebracht. An einigen ganz steilen Abhängen hat man eine Rutschbahn errichtet, auf welcher die gefüllten Säcke schnell an den Fuss des Berges gelangen, und dort durch Maulthiere weiter geschafft werden.

An anderen Gruben indessen, wo es das Terrain erlaubt, werden die Erze dort sogleich auf Maulthiere geladen, so bis an die an der See gelegenen Stapelplätze gebracht, von wo aus sie direct nach Europa geschafft werden, indem eine Verschmelzung der Erze an Ort und Stelle wegen Mangels an Brennmaterial nicht stattfindet.

Quellen der Bay, Thäler, Schluchten.

Die Thäler und Schluchten in der Nähe der Algodon-Bay sind die einzigen Zeugen vom früheren, wenngleich wahrscheinlich nur periodischen Wasserreichthum jenes jetzt so wasserarmen Küstenstriches.

Ich will sie desshalb zugleich mit den wenigen Quellen, die noch jetzt gefunden werden, abhandeln. Ich erwähnte schon vorher, dass die ganze Küsten-Cordillera von Chili und Bolivien mit Querthälern durchfurcht ist, durch welche sich, in Chili wenigstens, die von der Andes-Kette herabkommenden Flüsse in das stille Meer ergiessen. Bisweilen sind es nur kleine Bäche, welche ebenfalls diesen Lauf nehmen, immer indessen geben mächtige Ausfurchungen und abgerundete Felsblöcke Zeugniss, dass ehemals bedeutende Wassermengen ihren Weg durch jene Thalschluchten fanden.

So weit ich die Küste von Bolivien beobachten konnte, und besonders in der Nähe der Algodon-Bay sind diese Schluchten wasserleer. Die Sohlen vieler derselben sind mit Gesteintrümmern bedeckt, die von den Gehängen hinabgestürzt sind und schon durch ihre Scharfkantigkeit zeigen, dass sie nie vom Wasser auch nur eine kurze Strecke hindurch weiter bewegt worden sind. Es ist möglich, ja wahrscheinlich, dass diese scharfkantigen Trümmer abgerundete Geschiebe bedecken, die sich tiefer unten befinden, aber die Lagen der Ersteren sind so mächtig, dass sie ein Eindringen bis zum entscheidenden Punkte nicht erlauben.

Indessen findet man unweit Tocopilla in einem etwas breiteren Thale ganz unzweifelhafte Spuren, dass ein nicht unbedeutender Strom sich durch dasselbe in das Meer ergossen hat.

Soweit mir die Umstände erlaubten, jenes Thal zu besuchen, nämlich eine Strecke von etwa 3 Wegstunden, ist dasselbe mit Geschieben bedeckt, welche aus Grünsteinformen und aus syenitischem Gesteine bestehen, im Ganzen sehr ähnlich dem bereits Geschilderten. Diese Gerölle sind indessen nicht in dem Grade abgerundet, dass man glauben könnte, sie hätten eine sehr lange Strecke zurückgelegt, sie scheinen im Gegentheile von den höheren Partien der nächsten Thalwände theils herabgestürzt, theils von den niederer gelegenen durch das Wasser abgerissen zu sein. An einigen Stellen zeigen sich Durchschnitte, die beweisen, dass jedenfalls in gewissen Perioden heftigere Strömungen stattgefunden haben.

Es scheint, dass diese Durchschnitte selbst wieder vom Wasser in das Flussbeet gerissen worden sind, und dieses wahrscheinlich durch die letzte grössere Wassermenge den ersten Weg genommen hat.

Solche Durchschnitte zeigen mehrfache Schichten von verschiedener Mächtigkeit, welche von einigen Zollen bis mehrere Fuss wechselt. Das Liegende dieser einzelnen Schichten bilden grössere, oft nur wenig gerundete Gesteinsfragmente, die gegen das Hangende zu stets kleiner und abgerundeter, kiesartig werden, bis sie endlich fast in Sand übergehen, worauf gegen oben dieselbe Reihenfolge einer neuen Schicht beginnt.

Deutlich ist hiedurch ausgesprochen, dass eine periodisch verstärkte Wassermenge plötzlich durch das Thal geströmt, grössere Trümmer der felsigen Ufer abgerissen und mit sich fortgeführt, die endlich, nachdem der Strom schwach geworden, liegen geblieben, und endlich von kleineren und weiter herkommenden Geschieben bedeckt worden sind.

Ich habe an einer Stelle des Thales dieses sehr schön beobachten können. Ein Felsblock von etwa 12 bis 15 Fuss Breite und Höhe, und bis an 20 Fuss Länge geht aus dem kiesigen Boden der Thalhöhe zu Tage, früher wohl eine Klippe bildend.

Hinter demselben im Sinne der Stromrichtung befindet sich eine solche in Schichten getheilte Geröll- oder Geschiebsablagerung, welche, angelehnt an die schützende Gesteinswand, mit der einen Seite dort eben so mächtig als jene ist, weiterhin aber sich allmählich abflacht. Die letztere grössere Wassermenge hat einen Theil der abgesetzten Geschiebe wieder entfernt, diese wurden aber hinter der Felswand durch dieselbe geschützt und haben sich erhalten. Eben hieraus geht auch hervor, dass diese muthmassliche letzte Fluth eine sehr starke war.

Nachgrabungen bis an die Sohle des Thales, bis auf den eigentlichen Grund des Flussbeetes, bis auf anstehende Felsen, würden interessante Aufklärungen geben können über die Anzahl solcher einzelner Anschwellungen jenes jetzt versiegten Stromes. Mir aber, dem einzelnen Reisenden, der angewiesen war allein auf seine eigenen Kräfte und Mittel, waren ähnliche Untersuchungen nicht gestattet.

Der Fall dieses Flussbeetes ist wie jener der gegenwärtig noch an der Küste strömenden Flüsse ein ziemlich starker, an den Stellen, wo ich ihn messen konnte, 2° — 3°. Die Hauptrichtung, die das Thal verfolgt, ist von West nach Ost, wobei jedoch einzelne Krümmungen nicht fehlen. Seine Breite beträgt, natürlich ebenfalls abwechselnd, dreissig bis vierzig Schritte; ohnweit der Bay aber dehnt sich das Flussbeet bedeutend aus, und die Geröll-Ablagerungen und Geschiebe zeigen deutlich, dass das von den Bergen kommende Wasser hier eine Ausdehnung von wenigstens 500 bis 600 Schritten gehabt haben muss.

Diese Geröll-Ablagerungen, welche längs der beiden Berge, die die Ausmündung des Thales gegen die See bilden, sich hinziehen, sind aber keineswegs auch nur theilweise Meeres-Ablagerung, sondern einzig von dem aus dem Gebirge kommenden Wasser dorthin geführt worden. Die Gerölle und der Sand, welche durch die Fluth ausgeworfen werden, sind alle mit thierischen Resten im hohen Grade gemengt, und können so scharf von ersteren geschieden werden, als die später von den Bergen herabgestürzten scharfkantigen Fragmente, die sich zerstreut auf jenen Flussgeschieben finden.

Recht deutlich ist dieser besprochene Unterschied zwischen jener Alluvialbildung und dem alten Meeresgrunde an einem 18 Fuss tiefen Schachte zu sehen, der ohnweit der Küste versuchsweise niedergetrieben wurde, um süsses Wasser zu erhalten. Derselbe liegt 180 Schritte vom Stande der höchsten Fluth und 27 Fuss hoch über jenem Punkte. Die Alluvialbildung geht 10 Fuss in die Tiefe, indem ähnlich,

wie früher angegeben wurde, Schichten wechseln, die unten grössere, oben aber kleinere Gesteinstrümmer zeigen. Streng von ihnen geschieden aber beginnt unten in 10 Fuss Tiefe der alte Meeresgrund, kenntlich an einer Menge Muschelreste, mit denen die Geschiebe gemengt sind, und an der ziemlich gleichen Grösse derselben. Grössere Geschiebe befinden sich wohl auch in dieser Bildung, aber sie sind unregelmässig durch den ganzen Durchschnitt vertheilt, und nicht schichtenweise abgelagert.

Spur von Schichtenbildung findet sich allerdings auch hier, aber sie wird durch Muschelschalen bedingt, welche bisweilen in grösserer Menge abgelagert, weisse horizontale Streifen bilden.

Im Sumpfe des Schachtes steht einige Fuss tief Seewasser. Diese Schichten zeigen also deutlich den Unterschied zwischen jenen vom Flusse angeschwemmten Geschieben und dem alten Meeresgrunde, auf welchem sie gelagert sind, und es kann die ganze mit Geschieben bedeckte Fläche als die Mündung eines ehemaligen Flusses betrachtet werden, welcher jetzt vollständig versiegt ist.

Kleinere Schluchten, bald flacher, so dass die Gehänge zu ersteigen sind, münden in das beschriebene Hauptthal, ebenso Schluchten, die enge und steil, kaum ein Erklettern erlauben. Aber ihre Sohle ist mit scharfkantigem Gesteine bedeckt, und wenn sie je dem Hauptthale Wasser zugeführt haben, so muss dies nur in geringer Menge und vor sehr langer Zeit geschehen sein, denn sie führen kleine abgerundete Gesteine. Das Hauptthal selbst, wohl wahrscheinlich in seinem ersten Anfange entstanden durch eine Spaltung oder Zerreissung des Gebirges, ist ohne Zweifel in der Folge durch die dasselbe durchströmenden Wassermassen bedeutend erweitert worden.

Dass beide Gehänge früher ein zusammenhängendes Ganzes gebildet haben, wird schon durch einen Kupfergang bewiesen, welcher am linken Gehänge zu Tage geht, und welchen man abbaut, der aber am rechten Gehänge fortsetzt, wenngleich nicht so mächtig als auf der anderen Seite.

Es ist das beschriebene das einzige breitere Thal in der Nähe der Algodon-Bay, und zugleich das, dessen Sohle am niedrigsten liegt. Die Cavitäten, die das übrige Gebirge zeigt, sind entweder steile Schluchten, oder mehr auf der Höhe des Gebirges eingerissene Graben zu nennen, deren oft mehrere parallel verlaufen, indem auch ihre Joche ziemlich gleiche Höhe zeigen. Die Mehrzahl derselben scheint die Linie des Küstenverlaufes zu schneiden, indessen verlaufen auch andere in diversen Richtungen. Vorzugsweise waren wohl Erdbeben oder mächtige Hebungen und Senkungen des Bodens, das bedingende Moment jener Bildungen, deren ursprünglich scharfe Wände durch spätere Erschütterungen theilweise zerstört wurden, und welchen in die Folge der Verwitterung und Zersetzung des Gesteines das gegenwärtige Ansehen gegeben haben.

Ich muss indessen noch einer andern Schlucht erwähnen, welche einen freundlicheren Anblick gewährt, als jene sterilen Gehänge, wenn sie gleich nicht in nächster Nähe der Algodon-Bay liegt.

Etwa 8 englische Meilen von der Bay entfernt, gegen Nord, liegt die Quebrada Mamilla, welche theils unter diesem Namen, mithin schon als Bergschlucht bezeichnet, theils aber auch als Stadt, sich auf den Karten bemerkt findet. Die menschlichen Wohnungen, welche sich dort befinden, bestehen aus fünf oder sechs Hütten, deren Construction wirklich höchst einfach ist.

Man hat 4 Holzstücke in die Erde gerannt, die wohl von irgend einem Schiffe erworben worden sind, und 4 andere Stangen verbinden dieselben zu einem Vierecke. Das Gerüste des Hauses ist nun fertig, und Wände, sowie das Dach werden durch diverse Hadern und alte Kleidungsstücke gebildet, welche man über dieses Gerüste hängt, wobei aushelfend und stützend die mächtigen Stämme eines riesenhaften Cactus nachhelfen müssen, welcher auf den höheren Theilen des Gebirges häufig wächst.

Aber unfern dieser ärmlichen Wohnungen beginnt eine ähnliche und steil ansteigende Bergschlucht, welche mit freundlichem Grün ausgekleidet ist, und eine wahre Oase in jener Wüste bildet.

Etwa in halber Höhe des Berges und 1200 Fuss über der Meeresfläche entspringt eine Quelle klaren und süssen Wassers.

Sie bewässert das Erdreich, das sich dort gebildet hat, und bedingt eine üppige Vegetation, welche freilich an einigen Stellen nur auf einige Fuss Breite beschränkt ist, soweit eben die Quelle das Erdreich

zu bewässern im Stande ist. Es wachsen dort Feigenbäume, und wir lagerten uns unter einem derselben, der fünf Fuss Durchmesser hatte, und eine Anzahl reifer Früchte trug.

Einzelne Exemplare des Baumwollenstrauches gedeihen vortrefflich und standen, als ich den Platz besuchte (am 10. Februar 1850), eben in der Blüthe.

Aber dicht neben blühenden und kräftigen Bäumen erinnert die nächste Nachbarschaft steriler Felsenmassen an die Wüste von Atakama, in deren Anfang man sich befindet. Die Gebirgsform ist dieselbe, wie ich sie schon als der Algodon-Bay angehörend geschildert habe. Die unteren Partien Grünsteine und Dolerite, dann Felsite und gegen oben syenitisches Gestein. Oberhalb des Ursprunges der Quelle, welche aus dem Syenite entspringt, vegetiren bloss Cacteen.

Die schmale, in der Schlucht sich herabziehende, mit Pflanzenwuchs bedeckte Fläche gibt aber Zeugniss, welche Vegetation sich allenthalben entwickeln müsste, wenn nicht das Wasser fast gänzlich fehlte, denn es ist in der That jene Quelle die einzige, welche sich auf eine weite Strecke an der Küste hin findet, mit Ausnahme einer ganz kleinen, welche etwa eine Stunde weit von der Algodon-Bay ebenfalls gegen Nord zu Tage kommen soll, die ich aber nicht gefunden habe.

In Cobija befinden sich dicht am Ufer der See einige gegrabene Brunnen, das Wasser hat einen ziemlich starken Salzgeschmack, ist aber das einzige, was man dort besitzt und verwendet.

Zwischen Cobija und der Algodon-Bay, soll nicht eine einzige Quelle gefunden werden. Ich kann die Wahrheit dieser Behauptung, die mir von den Arbeitern in der Algodon-Bay gemacht wurde, nicht verbürgen, da ich jenen, sich dicht an der Küste hinziehenden Weg nicht ganz verfolgt habe.

Aber vier Wegstunden weit von der Bay gegen Süd, die ich gegen Cobija hin zurückgelegt habe, findet sich kein süsses Wasser, und auch dort hat die Küste ganz den Charakter der Algodon-Bay, und es treten dieselben Gesteine in gleicher Reihenfolge wie dort auf.

Diese Wasserarmuth der Küste ist ohne Zweifel die Folge der eigenthümlichen meteorologischen Verhältnisse, die dort herrschen, und welche ich weiter unten insoferne mir möglich, darzulegen versuchen werde. War aber die Küste immer so wasserarm? Ich bezweifle das, denn abgesehen von dem vorhin beschriebenen Flussbette, dessen Wassergehalt vielleicht ein periodischer sein könnte, ist es mit Bestimmtheit anzunehmen, dass jene Indianer, die sich in der Bay angesiedelt hatten, in nächster Nähe ihrer Niederlassung eine Quelle hatten, welche indessen jetzt spurlos verschwunden ist. Dass es die jetzigen Bewohner der Küste, namentlich die Besitzer der Gruben, nicht an Versuchen fehlen lassen, jene Quellen wieder aufzufinden, lässt sich denken, wenn man die kostspielige Art und Weise bedenkt, auf welche sie sich ihren Wasserbedarf zu verschaffen genöthiget sind.

Aber bis jetzt hat man nirgends die Spur einer Quelle gefunden, und es scheint als sei jene, deren sich die Indier vor Jahrhunderten bedienten, nicht bloss etwa verschüttet sondern auch gänzlich versiegt.

Das Gestade und die See.

Die Geschiebe und Gerölle, welche das Meer in der Algodon-Bay auswirft, gehören alle den schon beschriebenen Familien an, und es scheint, dass bei länger fortgesetzter Beobachtung in der Bay vielleicht genügende Schlüsse gezogen werden könnten, über die Felsarten, welche an gewissen Orten unter See anstehen. Regelmässig halten nämlich gewisse Gesteinsarten ihren bestimmten Platz ein, von welchen sie an der See ausgeworfen worden, und die Zeit der Nippfluthen und der Springfluthen sowie stärkere und schwächere Brandung bringt wenig Veränderung in dieser Erscheinung hervor.

So werden also dort gleichmässig die Gerölle von der See landwärts getrieben und wieder zurückgerollt, schneidend die Linie die eben das Ufer bildet und wenig gegen Rechts oder Links bewegt.

Aber der bedeutende Abfall, den der Meeresgrund schon in geringer Entfernung von der Küste zeigt, würde immerhin nur auf eine gewisse Strecke solche Beobachtungen zulassen, indem weiter gegen die

See zu und aus grösserer Tiefe die losgerissenen Gesteinstrümmer kaum an das Gestade geworfen werden dürften. Eine ziemliche Strecke, wohl über eine halbe englische Meile lang, gegen Nord, ist der Strand ganz mit einem magneteisenhaltigen Sand bedeckt, der, dem Volumen nach, wohl die Hälfte mehr oder weniger erhaltene Oktaeder vom Magneteisenstein enthält, während der andere Theil aus Quarzfragmenten besteht. An andern Stellen finden sich vorzugsweise Grünsteinformen, während wieder an andern die Felsite vorherrschen. Diese Gerölle haben eine sehr unregelmässige Grösse oder sie sind alle mit einer grossen Menge von Schalthierfragmenten gemengt, welche bisweilen so die Überhand gewinnen, dass der Strand, von einiger Entfernung gesehen, weiss erscheint. An manchen Stellen finden sich sehr häufig Knochen von grösseren Walen, von Delphinen und von Robben.

Ich habe nicht selten Schulterblätter von Walen gefunden, die sechs Fuss Länge hatten und der Form nach wohl erhalten waren, wenn gleichwohl die organische Substanz dieser Knochen fast gänzlich verschwunden war. Ebenso fand ich mehrere wohlerhaltene Schädel von Walen, und Delphinen- und Robbenschädel liegen bisweilen zu Dutzenden beisammen.

Ich habe von einem der Arbeiter gehört, dass an einigen Stellen der Küste, etliche Stunden von der Algodon-Bay entfernt, bisweilen Goldsand gefunden werde.

Die Wahrheit dieser Behauptung kann ich nicht verbürgen. Indessen muss ich beifügen, dass ich von einem der Grubenbesitzer Stücke eines röthlichen Quarzfelses erhielt, welcher 20 englische Meilen weit von der Algodon-Bay gegen Nord vorkommen soll, und welcher als feinen dentritischen Anflug allerdings Gold führt.

Das Meer erreicht in nicht weiter Entfernung von der Küste eine bedeutende Tiefe.

Die wenigen Versuche, welche ich mit dem Lothe anstellen konnte, zeigten bei 60 Faden Tiefe noch Muschelgrus und feinen Sand.

Das Wasser selbst grün in der Bay, nimmt ausserhalb derselben die tiefblaue Farbe an, die das Meer in jenen Breitegraden in so hohem Grade zeigt, und dort ist mit dem Lothe kein Grund mehr zu finden. Man kann allgemein bei heiterem Himmel die tiefblaue Farbe des Meeres, als ein Zeichen grosser Tiefe annehmen, während die grüne mehr oder weniger seichteren Grund verräth.

Ich habe mich davon überzeugt, dass diese Ansicht, die alle Seeleute theilen, vollständig richtig ist, und Ausnahmen, welche stattfinden, sind sehr selten und durch eigenthümliche locale Verhältnisse bedingt.

Längs jener Küste aber, nimmt in geringer Entfernung, eine Seemeile und weniger, das Wasser jene blaue Färbung an.

Ich habe dies selbst an der ganzen Küste von Bolivien gefunden, und man kann annehmen, dass dieselbe wohl aller Orten unter See jäh abfällt, so wie die Gehänge auch oberhalb des Meeresspiegels steil ansteigen.

Trotz der heftigen Brandung, welche an der Küste herrscht, ist die Fluthhöhe doch keine bedeutende. Ich möchte dieselbe annäherungsweise auf 5, vielleicht 6 Fuss schätzen. Ich sage annäherungsweise, denn es hätte ein längerer Aufenthalt als der, welcher mir vergönnt war, dazu gehört, um genauere Beobachtungen anzustellen.

Die Brandung hingegen ist heftig, und namentlich zur Zeit der Springfluthen an manchen Stellen furchtbar.

Wo das Ufer flach verläuft, ziehen die Wellen in einer etwa 300 bis 400 Schritte langen Anhäufung gegen die Küste, thürmen sich 40 Schritte weit von derselben zu einer nicht selten 15 bis 20 Fuss hohen Mauer auf, welche sich sodann überstürzt.

Aber hier dringen sodann die Wassermassen nicht weit ins Land. An Stellen aber wo die früher bezeichneten Grünsteine mauerartige Vorsprünge in die See bilden, steigen jene Brandungen bis 30 und 40 Fuss hoch an.

Ohnweit Bella Vista, der Niederlassung des englischen Grubenbesitzers, steigt eine solche zusammenhängende Gruppe jener Grünsteinfelsen aus dem Meere, sie reicht halbinselartig in die See, und ist bloss an einer Seite mit der Küste verbunden.

Ein unregelmässiges Viereck bildend, hängt aber nicht die ganze eine Seite desselben mit dem Lande zusammen, sondern die See bildet hier einen Einschnitt in die Felsenmasse, eine schmale kaum 10′ breite Bucht, welche zwei Drittel der Länge jener der Küste zugewendeten Seite der Felsenpartie beträgt.

Die Felsen stehen senkrecht aus dem Wasser, und ihre Höhe beträgt auf der Seeseite 36 bis 40 Fuss, auf der Landseite sind sie einige Fuss höher, so dass von Land gegen See etwas Fall stattfindet. Die Oberfläche dieser kleinen Halbinsel ist mit einzelnen scharfen emporragenden Spitzen, Zacken und kegelförmigen Erhabenheiten besetzt, welche derselben ein phantastisches und grotteskes Ansehen ertheilen. Ihre Breite von Land aus nach See gerechnet, beträgt etwa 30, ihre Länge etwa 200 Schritte.

Bei gewöhnlicher Brandung ist die Oberfläche der Felsengruppe, bis auf einzelne, mit Seewasser gefüllte Vertiefungen trocken und kann bestiegen werden. Zur Zeit der höheren Fluthen und stärkeren Brandungen überhaupt bietet sich dort ein imposantes Schauspiel. Mehrere jener langen und mauerartig aufgethürmten Wassermassen stürmen regellos gegen jene Felsenwand an, und steht man auf der Landseite, auf einer Felswand, welche hinter der vorher erwähnten Bucht liegt, so hört man bloss das dumpfe Brausen der zerschellten Wassermassen.

Plötzlich aber erhebt sich eine mächtigere Fluthenmauer, sie erreicht die Felswand, und überströmt dieselbe, indem die Wasser aufwärts über die ganze Felsenpartie geworfen werden, und in die Bucht stürzen, welche fast zu zwei Dritteln ihrer Höhe damit gefüllt wird.

Im Hintergrunde der Bucht befindet sich eine kleine Höhle von etwa 10 Fuss Breite; in diese strömen sodann die Wassermassen, um nach einigen Augenblicken wieder, zum Theile wenigstens, hervor zu stürzen.

Der innere Bau und die Niveau-Verhältnisse dieser Höhle müssen jedenfalls besondere Eigenthümlichkeiten entwickeln. Sie wird, wie man mir sagte, von Schmugglern, welche Spirituosen an die Küste bringen, benützt, aber der verborgene Eingang wird von denselben geheim gehalten, und Niemand ausser ihnen war noch in derselben.

Verführt durch die Erinnerung an diesen wahrhaft romantischen Anblick, habe ich mich bei der Schilderung desselben vielleicht zu lange aufgehalten; in Betreff der Brandung aber gibt die Erscheinung ein schönes Beispiel, wie deren Gewalt durch Widerstand verstärkt wird.

Während hier die Wassermassen zu einer bedeutenden Höhe ansteigen, und hierauf noch eine bedeutende Strecke weit, längs einer schiefen Ebene aufwärts geschleudert werden, überstürzt eine gleich hohe Brandungswoge, am flachen Ufer, noch ehe sie den Strand erreicht, und dringt mit wenig Kraft nur eine kurze Strecke auf dem Strande vorwärts.

An vielen Orten der Küste und selbst in der Bay ist das Landen mit dem Boote bei hoher Fluthzeit gefährlich. Wir durften verschiedene Tage nicht wagen mit dem Langboote Kupfererze einzunehmen, und eines Tages wurden wir beim Abfahren vom Lande mit einer kleinen Jolle von der überstürzenden Brandungswelle ergriffen und dermassen gegen einen jener spitzen, eben noch aus dem Spiegel der See ragenden Grünsteinkegel geschleudert, dass die Jolle einen kopfgrossen Leck erhielt, und sogleich sank.

Ich füge noch eine Beobachtung bei, die ich jede Nacht zu machen Gelegenheit hatte.

Die heftig bewegten Wellen der Brandung leuchten nicht, während an Stellen, die einigermassen ruhig waren, jeder Ruderschlag eine glänzende Lichtentwickelung hervorrief, und das Boot, das die See durchschnitt eine lange leuchtende Furche zurück liess. Millionen jener kleinen Individuen die das Leuchten der See vorzugsweise bedingen, befanden sich im Wasser der Bay, so wie an der Küste überhaupt, aber, obgleich jede Erschütterung dieselben augenblicklich leuchtend macht, erschien doch, wie gesagt, die

Brandung nicht leuchtend, sondern bloss in der, durch den Schaum bedingten Farbe. Ich weiss nicht ob andere Reisende dasselbe gefunden haben, aber ich habe es sowohl bei ruhigem Stillliegen in der Bay vom Bord aus beobachtet, als auch häufig an der Küste wahrgenommen, an welcher die Brandung nie jenen eigenthümlichen Glanz entwickelte, der weithin den gesegelten Cours des Schiffes bezeichnete.

Die Temperatur des Wassers in der Bay ist eine verhältnissmässig sehr niedrige.

Ich habe die diesfallsigen Beobachtungen täglich an Bord angestellt, etwa eine viertel englische Meile weit vom Ufer und habe für den höchsten Stand des Thermometers $+14{\cdot}2^0$ R. erhalten, für den niedrigsten aber $+13{\cdot}0$, ein Mittel von 16 Beobachtungen $+13{\cdot}4$ R.

Das Wasser wurde etwa 12 Fuss unter der Oberfläche genommen.

Ausserhalb der Bay und so, dass die Küste immer deutlich in Sicht bleibt, ergibt sich $+19^0$—20^0 R.

Die Bestandtheile des Wassers habe ich oben angegeben. Auf der Rückreise von Peru bis Hamburg habe ich von Zeit zu Zeit Seewasser geschöpft, um es zu Hause einer chemischen Untersuchung zu unterwerfen.

Unter zehn solcher Proben zeigte das Wasser aus der Algodon-Bay den zweitstärksten Gehalt an festen Bestandtheilen, nämlich für 100,000 Wasser 3·677 feste Theile. Die von mehreren Seiten durch Analysen belegte Behauptung, dass in der Nähe der Küste das Seewasser weniger Salzgehalt zeigt, als auf hoher See, wird theilweise hiedurch widerlegt. Allein sie gilt wohl bloss von Küstenstrichen, an welchen sich süsse Wasser ins Meer ergiessen. Eine Verdünnung der Salzlösungen, aus welcher das Meer besteht, liegt hier in der Natur der Sache. An so wasserarmen Küsten aber, wie die von Bolivien ist, und von welcher aus kein einziger grösserer Fluss ins Meer strömt, ist ein starker Salzgehalt der See, und namentlich in Buchten, eben so leicht denkbar.

Dort wird durch Strömungen und Winde, das Wasser weniger erneut, als auf hoher See.

Zugleich findet eine fortwährende stärkere Verdunstung Statt, als dort. Zur Fluthzeit wird eine grosse Menge Wassers auf den Strand und in die einzelnen Vertiefungen der Felsen geworfen. Das Wasser verdunstet während des niederen Wasserstandes und der zurückbleibende Salzrückstand wird von der nächsten Fluth wieder aufgenommen. Ein stärkerer Salzgehalt solcher Stellen, erklärt sich mithin ganz einfach.

Die Bay ist sehr fischreich, und die grosse Menge Tang, welche sich in derselben befindet, dient jenen Thieren häufig zum Aufenthalt.

Ich habe *Fucus serratus* von dort mitgebracht, und eine andere *Fucus*-Art, deren Bestimmung aber nicht gelang. Der Name der Bay, welcher aller Orten Algodon-Bay oder Los Algodonates geschrieben wird, ist vielleicht ursprünglich von *algaso* hergeleitet, welches „voll Seetang" heisst.

Wenigstens ist jene Bezeichnung treffender als Algodon, was „Baumwolle" bedeutet, indem nur in dem 4 Stunden entfernten *Quebrado Mamilla* einige Sträucher dieser Pflanze gefunden werden, und es sehr unwahrscheinlich ist, dass auch früher Baumwollenstauden in der Bay vorgekommen sind.

Meteorologisches.

Die Zeit, die ich auf die Beobachtung des Barometerstandes, der Temperatur u. s. w., verwenden konnte, war im Allgemeinen eine zu spärlich zugemessene um werthvolle Erfahrungen machen zu können. Ich konnte bloss vom Anfang bis Ende Februar 1850 beobachten.

Die Instrumente, deren ich mich bediente, werden nicht alle vor dem Richterstuhle strenger Forscher bestehen können.

Ich muss indess wiederholt bemerken, dass ich ganz allein auf meine eigenen Kräfte, was Ausrüstung und Reise betrifft, beschränkt war. Ich hatte drei Thermometer bei mir. Ein bis $+40^0$ R. gehendes von A. Greiner in München auf dem gut 0·1 Grad abzulesen war.

Mein verehrter Freund, Herr Professor Steinheil, damals noch in München, hatte vor meiner Abreise die Güte mir eine Corrections-Tabelle für dasselbe zu entwerfen. Ich habe mit demselben alle Temperatur-Beobachtungen gemacht.

Ferner hatte ich ein bis + 50° Celsius gehendes Thermometer ebenfalls von Greiner bei mir, wie solches den Hypsometern beigegeben wird, und auf deren Scala $^1/_5$ Grad angegeben ist, endlich für den Nothfall ein drittes Thermometer von Greiner, das ich schon jahrelang im Laboratorium gebraucht und ziemlich gut gefunden hatte.

Anstatt eines Quecksilber-Barometers hatte ich ein Hypsometer, ebenfalls von Greiner bei mir, und ein Anéroid-Barometer von Lerebours und Secretan in Paris. Das Hypsometer ist ein vortreffliches Instrument um einzelne Höhenbestimmungen zu machen, aber es taugt nicht für eine grössere Reihe von Beobachtungen, und namentlich bei grösseren Reisen, wegen der grossen Menge destillirten Wassers und Weingeistes, welche man ebenfalls mit sich führen müsste. Das Anéroid-Barometer ist hingegen für gewisse Beobachtungen ein vortreffliches Instrument. Ich will damit sagen, dass auf See und auf Höhen die 2000 bis 3000 Fuss nicht übersteigen, dasselbe vollständig ein Quecksilber-Barometer ersetzt.

Ich habe mich überzeugt, dass dasselbe mit den Schiffs-Barometern die wir am Bord hatten, vollständig gleichmässigen Gang einhielt, nur waren kleinere Schwankungen, die das Quecksilber-Barometer nicht anzeigte, auf meinem Instrumente noch deutlich zu erkennen und zugleich zeigte dasselbe rascher, so dass ich die Schwankungen des Quecksilber-Barometers am Bord meist voraussagen konnte und von den Seeleuten, namentlich bei der zweimaligen Umschiffung des Cap Horns, stets um den Barometerstand befragt wurde.

Auf der andern Seite stimmten die Höhenmessungen, die ich wiederholt auf den Bergen nächst Valparaiso anstellte, sowohl unter sich sehr gut, als auch, bis auf sehr geringe Differenzen, vollkommen mit den Resultaten, die schon früher von Andern dort erhalten wurden. Ich glaube indessen, dass bei bedeutenden Höhen Correcturen wegen der Temperatur nöthig werden, die bei geringeren, wenigstens bei meinem Instrumente, mir kaum nöthig erschienen. Wenn sich, wie ich hoffe, diese meine Angaben bewähren, so dürfte das Anéroid-Barometer bald eine ziemlich allgemeine Anwendung finden, und dies wohl vorzugsweise desswegen, weil es alle Arten von Transport verträgt.

Ich habe dasselbe in Rio de Janeiro mit einem guten Gefässbarometer verglichen, und später in Santjago wieder mit einem sehr vorzüglichen Instrumente des Herrn Professors Domeyko auf dem Museum der dortigen Universität und es zeigte auch dort denselben regelmässigen Gang, obgleich ich es täglich auf dem Sattel mit mir führte, und oft 15 bis 18 Stunden im Galopp mit demselben zurücklegte.

Mein Hygrometer war ein Fischbein-Hygrometer nach de Luc. Ich konnte mithin bloss relative Resultate erhalten, welche im Ganzen wenig Werth haben.

Ich habe während meines Aufenthaltes in der Algodon-Bay täglich dreimal die Temperatur der Luft auf den Verdecken des Schiffes genommen, wenn nämlich nicht längere Excursionen am Lande mich daran verhinderten.

Die Zeit war 9 Uhr Früh, 12 Uhr Mittags und 10 Uhr Abends, und ich erhielt folgende Resultate für die Zeit meines Aufenthaltes:

Temperatur der Luft:	9 Früh	12 Mittags	10 Abends.
Höchster Stand	21·0°	21·5	16·2. R.
Niedrigster Stand	16·5	18·0	15·0. „
Mittlerer Stand in 14 Beobachtungen	17·8	19·8	15·6. „

Die Temperatur während der Nacht und gegen Früh sinkt in der Bay kaum unter die angegebene von + 15·0° R.

Eine Angabe über die Temperatur am Lande ist schwierig, da theils durch Luftzug aus den Schluchten, theils durch den Seewind, aber auch von anderer Seite durch die Nachbarschaft der von der Sonne erhitzten Felsen dieselbe stets schwankend erscheint. Der feine dunkle Sand, der an manchen Stellen den Boden der Küste bildet, strahlt eine furchtbare Hitze aus, eben so glaubt man sich in der Nähe jener dunklen Dolerit- und Grünsteinfelsen in der Nähe eines geheitzten Ofens zu befinden.

Als annähernd müsste ich für die gewöhnliche höchste Temperatur während des Tages im Schatten $+24^0$ R. bezeichnen, während die Nacht hindurch unten an der Küste selten unter $+16^0$ R. gefunden wurde.

In den Gruben fand ich folgende Temperaturen:

Grube Rosario, ausserhalb der Einfahrt im künstlichen Schatten und bei schwachem Winde $+18{\cdot}7^0$ R., bei etwa 20 Fuss Tiefe $+17{\cdot}0^0$ R., bei 150 Fuss Tiefe $+19{\cdot}0^0$ R., bei 300 Fuss Tiefe $+20{\cdot}5^0$ R.

Die höheren Temperaturen, die ich in andern Gruben fand, haben keinen Werth, da sie jedenfalls durch die in ihnen beschäftigten Arbeiter erhöht wurde, während in jener Grube einige Zeit hindurch nicht gearbeitet wurde.

Die Barometerstände wurden des Mittags um 12 Uhr, und wenn ich nicht am Bord war, durch den Obersteuermann genommen, da ich mich überzeugt hatte, dass derselbe mit meinem Barometer gut umzugehen wusste.

Ich erhielt für 16 Versuche:

Höchster Stand . .	757·3 m. m.
Niedrigster Stand .	754·0 m. m.
Mittlerer Stand . .	755·8 m. m.

Die stündlichen Schwankungen des Barometers Morgens 9 und Abends 10 Uhr der höchste, Nachmittags 4 und des Morgens 4 Uhr der niedrigste Stand, trafen an den Tagen wo ich am Bord war, sehr regelmässig ein; doch war die angestellte Versuchsreihe zu klein, als dass ihre Veröffentlichung einigen Werth hätte.

Es ist fast unnöthig über diesen Gegenstand noch mehr zu sagen, indem der grösste gelehrte Reisende Alexander von Humboldt denselben so ausführlich entwickelt hat.

Indessen habe ich vom 18. Grade nördlicher Breite bis Brasilien und von dort um Cap Horn bis Chili stündliche Barometer-Beobachtungen gemacht, und habe demnach mit Erstaunen die so regelmässigen Oscillationen unter den Tropen wahrgenommen, während mich auch unter höheren Breitegraden die Beobachtungen desselben in den Stand setzten, ein Fallen des Barometers mehrere Stunden vorher vorauszusehen. Man kann nämlich dort mit ziemlicher Gewissheit ein Fallen voraussetzen, wenn z. B. der Stand des Barometers von 4 Uhr Nachmittags bis 10 Uhr Abends derselbe ist, und nicht wenigstens um ein Minimum gestiegen ist; während wenn von Morgens 9 bis Nachmittags 4 Uhr nicht ein geringes Steigen, sondern Stillstand gefunden wird, dann ein rasches Steigen für den Abend und die Nacht selten ausbleibt.

Höchst unzureichend fielen natürlich, meines Instrumentes wegen, meine Beobachtungen über den Feuchtigkeitszustand der Luft aus.

Ich will einfach angeben, dass mein Hygrometer des Tags über an Bord constant auf 32 stand und des Nachts etwa auf 33—34 fiel.

Am Lande, aber nicht weit vom Ufer der See stieg es um einige Grade. Als Anhaltspunkte füge ich bei, dass das Hygrometer bei Cap Horn auf 101 Grad stand, während es auf der Cordillera in Chili auf 0 und noch höher stieg, so dass ich dort genöthiget war, die Scala provisorisch zu vergrössern.

R e g e n fällt in der Nähe der Bay nie, wenigstens konnte sich Niemand erinnern, dass es dort je geregnet habe, indessen behauptete ein Arbeiter in der Grube, ein Elsässer, dass es hie und da auf den höchsten Spitzen der Berge zur Winterszeit etwas regne.

Wahrscheinlich findet hier eine Verwechslung mit dem Nebel statt, der sich täglich auf den Bergen zeigt. Schon eine Stunde vor Sonnenuntergang und bisweilen noch früher erscheinen Nebel oder wenn man will Wolkenschichten auf den Spitzen der Berge die bis etwa 11 Uhr des Abends bleiben, sich aber dann meistens wieder verziehen um früh, vor Sonnenaufgang wieder zu erscheinen und zu bleiben bis die Sonne über die Berge steigt. Diese Nebelwolken nehmen etwa das obere Drittheil der Berge ein und ziehen sich nur in einzelne Schluchten etwas abwärts.

Sie befeuchten dort den Boden, der aber, sobald sie verschwunden sind, wieder eine staubige Dürre zeigt. Weiter gegen die Tiefe gehen sie aber nicht. Diese Nebelschichten kommen stets von der See und meist in nördlicher Richtung; auch die See bezieht sich dann mit einer leichten Nebelschichte, welche scheinbar etwa zwei englische Meilen vom Lande ihren Anfang nimmt. Die Nebel auf den Bergen sind also jedenfalls dichter als jener auf der See.

Thau fällt auch unten am Fusse der Berge ziemlich häufig, jedoch nicht stark, des Winters, im Sommer nur höchst selten.

Ziemlich regelmässig beginnt der Wind des Morgens zwischen 9 und 10 von Süd-West und Süd-Süd-West und springt gegen 3 bis 4 Uhr Nachmittags in Nord-West öfters aber in Nord-Ost um. Gegen Abend wird es stille; starker Wind ist sehr selten.

Eigenthümlich sind die warmen Luftwellen, die gegen Abend, wenn fast schon vollständige Windstille eingetreten ist, sich der Küste entlang bewegen. Etwa 10 bis 15 Stunden lang dauert ein solcher warmer Luftstrom, der sich nicht immer der zuletzt herrschenden Windrichtung nach bewegt, und dessen Temperatur wenigstens zwei bis drei Grade höher ist als die Temperatur der übrigen Luft.

Auf der Cordillera in Chili habe ich mehrmals dasselbe beobachtet. Die Erscheinung ist wahrscheinlich bedingt durch eine Ausgleichung der an einigen Stellen des Gebirges mehr als an andern erhitzten Luft.

Dieselbe ist durch Ausstrahlung an den dunkleren Grünstein- und Dolerit-Partien stellenweise offenbar wärmer und mithin verdünnter, und der kältere Luftstrom der gegen Abend, an der Küste von der See, in der Cordillera aus den mit Nebel erfüllten Schluchten aufsteigt, kann, indem sich die Luft ins Gleichgewicht zu setzen sucht, das Phänomen hervorbringen.

Gewitter kommen nie vor, indessen muss ich bei dieser Gelegenheit einer andern Erscheinung gedenken, die, wie ich glaube Meyen, zuerst an den Vulkanen in Chili beobachtet hat, nämlich das nächtliche Leuchten derselben.

Meyen hat dasselbe in grösserer Nähe als ich zu beobachten Gelegenheit gehabt und gefunden, dass es mit Auswürfen begleitet ist; so sah er beim Vulkane von Rancagua bald nach Sonnenuntergang eine Lichtmasse aus dem Krater desselben treten und hierauf eine feurige Masse ausschleudern, die alsbald wieder in denselben zurückfiel.

Ich habe in allen Nächten mit Ausnahme ganz heller Mondnächte, so lange ich mich in der Algodon-Bay befand, dieses Leuchten wahrgenommen, welches auf den ersten Blick wohl leicht mit dem sogenannten Wetterleuchten verwechselt werden kann, aber ohne Zweifel wirklich von den Vulkanen herrührt.

Ziemlich regelmässig alle 10 bis 12 Minuten nimmt man am Horizonte ein mehr oder minder starkes Aufblitzen wahr. Dasselbe war doch immerhin so stark, dass ich auf dessen Existenz in einer der ersten Nächte durch den Wiederschein aufmerksam gemacht wurde, den dasselbe am Tauwerke des Schiffes hervorbrachte und welchen ich wahrnahm, indem ich der leuchtenden Stelle am Horizonte den Rücken kehrte. Es erscheint bald stärker bald schwächer, indess ist dieser Wechsel der Lichtstärke ohne alle Regelmässigkeit, so dass man z. B. nicht sagen könnte, dass einer gewissen Reihe schwächerer Erhellungen eine stärkere folge, oder umgekehrt.

In Valparaiso, wo ich dieses Leuchten vom Hafen aus sehr häufig beobachtete, betrug seine Höhe über dem Horizonte scheinbar einige Grade. Dort ging es ohne Zweifel von der hohen Cordillera aus, viel-

leicht vom Vulcane Acongagua, der in der Richtung des bemerkten Scheines liegt. In der Algodon-Bay schien das Licht direct hinter dem Küstengebirge aufzutauchen, da aber das Schiff sehr nahe an den Bergen lag, so wurde ein Theil des Horizontes von diesen letzteren bedeckt, und es hatte der leuchtende Schein hier wohl einen höheren Stand am Horizonte, als der in Valparaiso beobachtete, und der Ort seines Entstehens war mithin näher.

Ich glaube nicht, dass er vom Vulcane von Atacama ausging, sondern von einem andern mehr südlich gelegenen, obgleich Meyen behauptet, dass der Vulcan von Atakama der letzte sei, welcher das Leuchten zeige.

Meyen hörte auf der Cordillera, verbunden mit dem Leuchten, ein Geräusch, wie entfernte Kanonen-Salven.

Ich habe nie ein Geräusch vernommen, auch auf der Cordillera nicht, woselbst ich aber auch kein Leuchten sah, aber dennoch glaube ich mit Bestimmtheit, dass das Leuchten von Vulcanen ausgeht, und die Erklärung Naumann's, die ich nach meiner Zurückkunft nach Europa in dessen neu erschienenen Geognosie gefunden habe, erfüllte mich mit dem lebhaftesten Vergnügen, indem ich schon in Chili dieselbe Ansicht gegen einige Landsleute aussprach, welche die Erscheinung als Wetterleuchten angesehen wissen wollten. Naumann hält für die Ursache desselben ein periodisches Aufblühen von geschmolzener Lava im Krater, und dies scheint mir die einfachste und naturgemässeste Erklärung. Schon dadurch, dass das Leuchten fortwährend genau an ein und derselben Stelle stattfindet und dies nicht bloss eine Nacht hindurch, sondern auch alle folgenden Nächte, zeigt sich deutlich, dass es nicht jene Erscheinung ist, welche man Wetterleuchten nennt. Auf der Cordillera bei Santjago kommen, obgleich selten, Gewitter vor, ich habe dort Blitz und Donner und auch Wetterleuchten, hier sicher nichts anderes als entfernte Blitze, gesehen. Aber das Auftreten beider Erscheinungen ist ein ganz verschiedenes, und in der Algodon-Bay selbst sagten mir die Arbeiter, dass jenes Aufblitzen von den Vulcanen herrühre. In Chili hat Meyen von den Eingebornen Ähnliches gehört.

Ich will nur noch eines Phänomenes erwähnen, welches ich in der Algodon-Bay beobachtet habe, und welches ohne Zweifel in die Reihe der Luftspiegelungen gehört. Eines Abends (am 14. Februar), als eben die Sonne untergegangen war, fuhr ich in Begleitung eines Capitäns, der als Passagier am Bord unseres Schiffes war, mit einer Jolle an Bord zurück.

Das Wetter war heiter, obgleich die Gipfel des Küstengebirges bereits schon seit etwa einer Stunde mit der gewöhnlichen Nebelschichte umgeben waren, und in der Ferne auch die See sich mit einem Nebelstreifen bedeckt hatte, der einige Grade am Horizonte aufgestiegen war, und durch die eben untergegangene Sonne röthlich gefärbt erschien.

Etwa 30 Schritte vom Schiffe entfernt bemerkte ich plötzlich im Wasser einen dunklen Fleck in der See, dessen Entfernung ich auf eine oder ein und eine halbe englische Meile schätzte, und glaubte natürlich ein Segel zu sehen.

Ich machte Capitän Müller hierauf aufmerksam, aber wir fanden alsbald, dass der Gegenstand kein Schiff, sondern ein Felsen sein müsse, ähnlich den kegelförmigen Grünsteinbildungen, die längs der Küste hin auftreten. Indess rief uns der Obersteuermann vom Bord aus zu, uns möglichst zu beeilen, weil sich in der See etwas ganz „Seltsames" zeige. Seine eigenen Worte waren:

„Ich sehe Land mit einem Flaggenstocke."

Vom Schiffe aus, welches wir natürlich so schnell als möglich erstiegen, sahen wir nun mit wirklich täuschender Ähnlichkeit einen Felsenkegel, in der vorhin bemerkten Entfernung im Meere stehen.

War seine Entfernung vom Schiffe wirklich die angegebene (die Seeleute schätzten selbe ebenso wie ich), so mochte die Höhe desselben 100 bis 150 Fuss betragen.

Die Seeleute behaupteten einen Flaggenstock auf dem Felsen zu sehen. Mag die Liebe zum Beruf diese etwas allzu lebhafte Phantasie entschuldigen.

Ich selbst sah auf dem feststehenden dunkeln Gegenstande einen andern, zwar auch dunkeln, doch mit weniger scharfen Umrissen versehenen Körper, der sich aber sichtlich bewegte, d. h. bald grösser, bald kleiner, bald mehr, bald weniger deutlich wurde.

Er hatte nach meiner Ansicht die Form zweier riesiger Palmbäume, deren Stämme ziemlich dicht an einander standen, während die Kronen sich berührten und theilweise durchdrangen.

Schon im ersten Augenblicke, nachdem ich vom Bord aus die Erscheinung betrachtete, dachte ich an Luftspiegelung, aber da wohl nirgends in der Nähe der Küste Palmbäume vorkommen, keinesfalls aber auf der Spitze jener Grünsteinkegel, lenkte sich meine Vermuthung auf eine vulcanische Hebung, eine empor geschobene Felseninsel, und ich glaubte in der beweglichen, dunkeln, palmenförmigen Masse eine Rauchsäule zu sehen.

Bald tauchten nun aus dem Meere rechts und links von dem zuerst gesehenen Gebilde ähnliche, indess kleinere Kegel auf.

Man hatte mir mittlerweile mein Fernrohr gebracht, einen sehr guten, sogenannten Feldstecher, von Plössl in Wien mit vier Ocularen.

Durch alle Vergrösserungen konnte hier das Bild der aufgetauchten Kegel, zwar grösser, aber auf keinen Fall mit derselben Deutlichkeit wahrgenommen werden, als dies mit einer gleich weit gelegenen Felspartie der Fall gewesen wäre. Doch aber waren wir alle einig, dass es Felsen seien, und die Seeleute mögen in Betreff von Klippen wohl als gewichtige Zeugen betrachtet werden.

Ein Blick aber auf den Fuss der scheinbaren Felswände überzeugte mich sogleich, dass wir es bloss mit Luftspiegelung zu thun hatten und dass keinem Gedanken an eine vulcanische Hebung Raum gegeben werden dürfe. Es fehlte nämlich alle Brandung. Die Bilder standen nicht weit von der vorhin erwähnten Nebelschicht entfernt, aber doch noch stets so weit, dass zwischen ihnen und der Stelle, wo der Nebel die See bedeckte, noch ein freier Raum blieb, in welchem, also noch hinter den scheinbaren Felsen, die Oberfläche des Meeres gesehen werden konnte.

Wäre also in Wirklichkeit irgend ein Gegenstand in der See gestanden, so hätte, da man die Wasserfläche, die denselben umspülte, in so grosser Ausdehnung beobachten konnte, jedenfalls Brandung wahrgenommen werden müssen, ganz abgesehen davon, dass bei einer gewaltsamen Emporhebung ohnedies die See mächtig empört gewesen wäre.

Aber sie war in der Nähe sowohl als dicht an den Felsen so ruhig wie allerwärts, und man konnte durch das Fernrohr deutlich die kleinen ruhigen Wellen, um oder vielmehr vor dem Bilde spielen sehen.

Nachdem die Erscheinung auf diese Weise, d. h. so lange wir am Bord waren, acht Minuten gedauert hatte, verschwand sie, indem sie zu versinken schien. Dieses verschwinden fand vollkommen gleichmässig Statt, indem die kleineren, später sichtbar gewordenen Bilder schon vollständig verschwunden waren, während die obere Hälfte des grösseren Kegels noch zu sehen war. Jenes zweite Bild oberhalb des grösseren Kegels hatte sich allmählich oben weiter ausgedehnt, war aber zugleich schwächer geworden. Es machte am Ende der Erscheinung den Eindruck einer verkehrten Spiegelung des untern Bildes und war früher gänzlich verschwunden als das untere, aufrechtstehende Bild untergesunken war.

Die See blieb während des scheinbaren Untersinkens und Verschwindens aller jener Felsenkegel vollständig ruhig, wie ich deutlich durch das Fernrohr beobachtete.

Es ist also wohl keinem Zweifel unterworfen, dass das Phänomen in die Reihe der Luftspiegelungen gesetzt werden muss.

Die ohnedies niedere Temperatur der See bewirkt natürlich eine stärkere Abkühlung der ihr zunächst gelegenen Luftschichten, welche, indem sie sich weiter nach oben fortpflanzt, Luftschichten von verschiedener Dichte zu Stande bringt.

Dies sowie die hiedurch bedingten Nebel sind veranlassende Momente der Luftspiegelung.

Ich glaube, dass die Erscheinung von Zeit zu Zeit in der Nähe der Bay vorkömmt, indessen konnte ich keinen Aufschluss erhalten, ob dies wirklich der Fall ist.

Was schlüsslich die Erdbeben betrifft, so sollen sie ähnlich wie in Chili vorkommen, so wurde mir wenigstens gesagt. Es scheint mir indessen, dass eben jener Strich der Küste denselben nicht so häufig ausgesetzt ist als andere; während meiner Anwesenheit im Monate Februar fand kein Erdstoss Statt. Herabgestürzte Felsblöcke und analoge Erscheinungen geben freilich Zeugniss von mannigfachen Erderschütterungen, eine Hebung der Küste aber in jüngerer Zeit, wie solche für Chili mit Evidenz nachgewiesen worden ist, hat, so möchte ich fast mit Sicherheit behaupten, in der Algodon-Bay und ihrer Umgebung seit Jahrhunderten nicht stattgefunden, wenigstens gewiss nicht in dem Grade, wie in Chili.

Die Pflanzen und Thiere.

Trotz der geringen Flora und Fauna der Bay und ihrer Umgegend bin ich doch nicht im Stande eine vollständig genaue Übersicht der dort gefundenen Individuen zu geben.

Von den mitgebrachten Pflanzen waren nur wenige in der Blüthe, bei den Schalthieren verhinderte das Abgeschliffensein der Gehäuse bei mehreren Exemplaren die genauere Bestimmung der Species, und so veranlasst mich die lobenswerthe Gewissenhaftigkeit verehrter wissenschaftlicher Freunde, für jetzt mich grossentheils auf die alleinige Angabe des Genus zu beschränken, während ich mir vorbehalte, vielleicht später eine vervollständigte Übersicht der von mir mitgebrachten Pflanzen und Thiere der Westküste überhaupt nachzuliefern.

Die Bestimmung der Pflanzen hatten Herr Professor Schnitzlein und Dr. Steudel die Güte zu übernehmen.

Herr Professor Will und Dr. Sturm waren so freundlich, die Mollusken zu bezeichnen.

Die genaue Bestimmung der Vögel endlich verdanke ich der Bemühung des Herrn Professors Reichenbach und Herrn Dr. Sturm.

Die öden und sterilen Gehänge jener Gegend zeigen, wie schon erwähnt, sonst nirgends eine Spur von Vegetation ausser in den wenigen Schluchten, die spärlich bewässert sind. So hier einzig in der Schlucht von Mamilla.

Oben auf den Bergen, und einige Stunden weit von dort gegen das Land zu, soll hie und da in den Wintermonaten einiger Pflanzenwuchs erscheinen.

Obgleich ich beim Besteigen der Berge keine Spuren dieser Vegetation gefunden habe, so glaube ich dennoch an ihr Vorhandensein, denn es wäre sonst nicht abzusehen, wo die Guanacos ihre Nahrung finden würden, die sich auf der Höhe der Berge aufhalten.

Die Höhen der Berge, wohl auch die Schluchten, die noch bisweilen von tiefer gehenden nächtlichen Nebeln etwas befeuchtet werden, sind häufig mit einer Cactus-Art bewachsen, die nach einem lebend von mir mitgebrachten Exemplare als *Cereus chilensis* bestimmt wurde. Ich habe bloss diese eine Species sowohl in der Algodon-Bay als auch in Cobija gefunden, sie kömmt häufig im nördlichen Chili vor und soll auch in Chiloë getroffen werden.

Jedenfalls ist es eine andere Art als jene in Valparaiso und der Cordillera bei Santjago häufig wachsenden Art, welche als *Cereus peruvianus* angegeben ist. Die Blüthe ist roth, doch habe ich keine blühenden Exemplare mehr getroffen, als während meiner Anwesenheit die Blüthezeit bereits vorüber war. Die Stämme dieser Pflanze erreichen eine Höhe von 25 bis 30 Fuss und einige Exemplare werden noch höher; die Stämme haben 9 Zoll bis 1 Fuss im Durchmesser und werden zum Baue der schon erwähnten Hütten sowie zur Feuerung benützt. Die ganze Pflanze ist mit 2 bis 3 Zoll langen starken Stacheln bedeckt.

Zwei Species einer *Salsola* und *Halana paradoxa* finden sich, obgleich selten, zwischen den Felsen der Küste. In der Schlucht von Mamilla fand ich ausser *Gossypium vitifolium* mehrere Feigenbäume.

deren Früchte reif und wohlschmeckend und ganz ähnlich den bei uns in Gärten gezogenen waren. Der Stamm des einen dieser Bäume hatte wenigstens 4 Fuss im Durchmesser *(Ficus carica?)*.

Auf den Felsen in der Nähe der Schlucht, aber nicht mehr der Bewässerung theilhaftig, fand sich in einzelnen Exemplaren *Bambusa Guadua*, (Sprengel Syst. Nr. 2) und an den Stämmen der alten Cacteen *Jania rubens* ziemlich häufig.

Von andern schwerer bestimmbaren Pflanzen fand ich dort die Gattungen *Cassia*, in mehreren Species, *Cestrum*, *Convolvulus*, *Fabiana* und einige *Rubiaceen*.

Die in der Bay befindlichen Tange waren *Hymanthallea lorea*, häufig; *Fucus serratus* weniger häufig, und eine andere Fucus-Art, die nicht bestimmt werden konnte.

Ich habe von Mollusken eine einzige Species von Landschnecken gefunden, *Bulimus curtus* Koch, welche sich an dem Fusse alter Cactus-Stämme, in Cobija ziemlich häufig, in der Algodon-Bay etwas seltener fand.

Theils vom Meere an das Ufer gespült, theils aber auch lebend gefangen, habe ich folgende die See bewohnende Mollusken mitgebracht.

Trochus niger Wood, und *Trochus nigerrimus* Chemnitz, beide ziemlich häufig lebend in kleinen Felsenbuchten am Ufer der See.

Ferner lebend, doch seltener *Concholepas peruvianus* und eine Art *Monoceros*. *Triton* zwei Species in abgeschliffenen Exemplaren und die Schaalen nicht mehr bewohnt, doch ziemlich häufig. *Cassis* zwei Species, die eine lebend, die andere nicht. Eben so ziemlich häufig eine *Turritella*, und drei Species *Oliva*, worunter *Oliva elegans*, sämmtlich die Gehäuse ohne Thiere, doch erstere so ziemlich erhalten. Sehr häufig in allen kleinen Buchten, die Felsen bedeckend und durch die Ebbe frei gelegt: *Littorina peruviana* (*Phasianella peruviana* Lamark), lebend ebenfalls wie die vorigen, doch selten eine *Fissurella*. Theils lebend, theils aber auch bloss als leere Schale fünf Species von *Patella*. *Chiton* wenigstens drei Species, aber nicht selten in Gesellschaft von *Littorina peruviana* an den Felsen der Küste fest sitzend.

Venus Dombeyi, unter den Bivalven bei weitem die zahlreichste Art, bedeckt an manchen Stellen das ganze Ufer; lebende Individuen fand ich indessen keine, wohl aber häufig zwei kleine zierliche Mytilus-Arten, welche in den mit Seewasser gefüllten Vertiefungen der Felsen lebten und häufig von den Seevögeln aufgesucht wurden.

Ziemlich häufig fanden sich endlich noch einige Balanus-Arten, von welchen eine, wahrscheinlich eine neue Species ist. Von Echinodermen brachte ich ebenfalls eine an der Küste lebende Species mit, die als neu erkannt wurde. Ich habe dieselbe auch an der chilenischen Küste gefunden und werde in einer späteren Arbeit eine genauere Schilderung derselben liefern.

Ich habe einen einzigen Seestern gefunden, *Asteracanthion helianthus*, welchen Meyen von der Küste von Chili mitgebracht hat, welchen ich aber dort nicht angetroffen habe. Dieses Thier sitzt ziemlich häufig auf Felsen an der Küste, aber so, dass es nur zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes erreicht werden kann, und auch dann war ich oft gezwungen, es bis über den Gürtel im Wasser watend, oder auch schwimmend zu erreichen. Es scheint sich meist von der erwähnten Littorina zu ernähren. Auf den Sand des Strandes gelegt, vermag es ziemlich schnell sich fortzubewegen, und erreicht auf diese Weise das Wasser wieder.

An Insecten ist diese Gegend, wie sich wohl denken lässt, sehr arm. Ich habe zudem der wenigen Individuen nicht habhaft werden können, da mir mein Netz schon vorher zu Grunde gegangen war, und ich erst später in Lima ein neues erwerben konnte.

Ich bemerkte am Strande einige Arten von kleinen Fliegen, und eine Libelle, der deutschen *Aeschna forcipata* in Bau und Färbung sehr ähnlich. Da sich in der Nähe der Bay kein süsses Wasser findet, so ist die Erscheinung dieses Thieres sonderbar, da die Larven der bei uns auftretenden Libellen sämmtlich

im süssen Wasser leben. Diese Thiere leben von den Fliegen am Strande, mit deren Fang ich sie häufig beschäftigt sah, aber sie sind sehr scheu, und ohne Netz nicht zu fangen.

In der Schlucht von Mamilla habe ich unter den Feigenbäumen zwei andere Species von Fliegen gesehen, welche auf Stamm, Blättern und Früchten umher flogen. Ich vermuthete dort vielleicht eines jener Insecten, durch welche die sogenannte Caprification der Feigen vermittelt wird, denn die Fliegen hatten allerdings Ähnlichkeit mit *Cynips Psenes*, wie dieses Thier nämlich in Buchner's Repertorium [1]) auf der zu einer Abhandlung von Martius beigegebenen Tafel abgebildet ist. Ich konnte aber weder in den reifen, noch in den unreifen Früchten, irgend Spuren eines Insectes finden, und es wusste auch Niemand von den Bewohnern der Bay etwas von einem ähnlichen.

Auch in Chili kennt man die künstliche Caprification nicht, die Feigen reifen dort, ohne dass man die in verschiedenen Gegenden des Orients gebräuchlichen Mittel verwendet, und wenn die Reife durch den Stich irgend eines Insectes befördert wird, so geschieht dies jedenfalls ohne künstliche Beihülfe.

Von Amphibien habe ich zwei Gattungen Eidechsen getroffen, eine etwa fusslange Schuppeneidechse grau und braun gefleckt, fünfzehig und mit starken Krallen.

Diese Thiere wohnen in ziemlich grosser Anzahl in den Klüften des Gesteins am Seeufer.

Sie sind sehr scheu, und beissen, wenn sie sich gehalten fühlen, heftig um sich.

Ich habe sie drei Monate lang in der Gefangenschaft gehalten, ohne dass sie Nahrung zu sich nahmen, oder etwas zutraulicher geworden wären. Sie unterlagen ohne Zweifel der Kälte bei Cap Horn. Ihre Nahrung in der Freiheit besteht aus kleinen Krabben, wenigstens fand ich solche in ihren Magen, aus kleinen Muscheln, welche die See auswirft, die sie mit Blitzesschnelle haschen und verschlingen, und aus den oben erwähnten Fliegen. Schon 50 Schritte weit von der Küste trifft man keines dieser Thiere mehr an, hingegen habe ich in der Schlucht von Mamilla eine kleinere und zierlich gebaute Eidechse getroffen, welche den Menschen wenig zu scheuen schien. Sie haschten kleine Stückchen Brote oder Feigen, welche man ihnen hinwarf, und flohen damit in ihre Schlupfwinkel in den benachbarten Felsen, um bald darauf wieder zu erscheinen. Die Bestimmung und nähere Beschreibung dieser beiden Species muss ich ebenfalls später einem andern Berichte einverleiben, indem ich von einem mir befreundeten Gelehrten, dem ich schon vor längerer Zeit die Exemplare zur Bestimmung übersendete, solche bis jetzt nicht erhalten konnte.

Die warmblütigen Thiere sind nicht besser vertreten als die vorher angegebenen Classen.

Cathartes atratus (*Vultur atratus* Wilson) der fast in ganz Amerika, besonders aber in Peru so häufig getroffen wird, findet sich auch hier eben nicht selten. Er hält sich an den Felsen der Küste auf, wo er sich von todten Seethieren nährt, welche vom Meere ausgeworfen werden. Diese Vögel sind aber hier ziemlich scheu und ich konnte nur ein einziges Exemplar schiessen, während sie in den Strassen von Lima so zahm sind, dass man sie nicht selten auf die Seite schieben muss, wenn man die Canäle überschreiten will, welche dort fast durch alle Strassen laufen.

Ein Strandläufer in etwa der Grösse einer Wachtel, findet sich ebenfalls ziemlich häufig gesellschaftlich lebend an der Küste, aber er ist sehr scheu und ich konnte kein einziges Exemplar bekommen.

Sobald man sich einem Zuge dieser Vögel zu nähern versucht, fliegen sie sogleich eine grosse Strecke weit in See und lassen sich an einer entfernten Stelle des Strandes nieder.

Von kleineren Vögeln habe ich bloss die folgenden vier Arten angetroffen, welche ich auch sämmtlich mit nach Europa gebracht habe.

Sie leben alle am Strande von jenen kleinen Fliegen, deren ich so eben erwähnt habe.

Achetorhynchus ruficaudus Meyen, Act. Leop. Carol. XVI. Suppl. Tab. XI. — *Cinclodes? ruficaudus* Gray genera of Birds.

Opetiorhynchus canceolatus Gould, Voy. Birds pl. 20. — Diese Species wurde von Gray fälschlich mit *Cinclodes* vereint.

[1]) Repertorium f. d. Pharmacie v. Buchner, Reihe II, B. 29, p. 1.

***Muscicapa*: *subgenus Onychopterus gilviceps*,** Reichenbach Avium Syst. natur. T. LXV.

Dort stehen auch die Kennzeichen der Gattung, welche Reichenbach nach *Tyrannus tuberculifer* d'Orbigny aufgestellt hat, und wozu das gegenwärtige Exemplar die zweite Art bildet.

Synallaxis melanops Gray, Genera of Birds. Vieillot Nouv. Dict. d. sc. nat. II. 400 inc. 434. *Azara Nr. 232. Escapularis chorreada* Darwin, Birds p. 82. *Synallaxis dorsomaculata* d'Orbigny, Voy. Am. merid. Ois. pl. 14, Fig. 1—2.

Seevögel befinden sich ziemlich zahlreich in der Bucht. Ich habe mitgebracht *Larus glaucodes* Meyen, welches mir so ziemlich die gewöhnlichste Species zu sein schien.

Ferner *Phalacrocorax Gaimardii* Garnet und *Phalacrocorax gracilis* Meyen, letztere Art nur selten, dann *Dyomedea fuliginosa* Gmel.

Säugethiere existiren, wie ich glaube, nur zwei Arten in der Umgebung der Bay und wohl auf eine ziemliche Strecke längs der Küste. Das eine ist das Chinchilla, das andere das Guanaco.

Was das erstere betrifft, so herrscht in den Berichten der Reisenden eine ziemliche Verwirrung, die ich nicht noch durch neue Angaben vermehren möchte. Herr Prof. Will hält die von mir mitgebrachte Art für *Eriomys chinchilla*. Ich habe von diesen Thieren sieben lebende Exemplare besessen, welche aber an Bord bis auf eines zu Grunde gingen, weil sie die Gefangenschaft durchaus nicht ertragen können. Eines derselben entkam zufälliger Weise, und lief frei auf dem Schiffe umher, und dieses brachte ich lebend nach Hamburg.

Es entlief mir dort, und befindet sich jetzt im Museum jener Stadt.

Ich habe an der Küste von Bolivia bloss diese Species getroffen, und auch in Chili keine andere; alle Felle, die ich als Handelsartikel in Chili getroffen, stammen ebenfalls von dieser Art, indessen muss ich bemerken, dass man dennoch die bolivianischen Felle mehr als die chilenischen schätzt. Die bedeutende Ausfuhr dieses Pelzwerkes zeigt wie häufig das Thier an der Westküste sein muss. So wurden in Chili nach zuverlässigen Handelsnachrichten ausgeführt im Jahre 1845: 3563 Dutzend, von Bolivien 1845: 6425 Dutzend, 1846: 7461 Dutzend.

Doch will ich nicht behaupten, dass es in Chili und Bolivien nicht mehrere Arten gebe, nur das kann ich sagen, dass man mir dort, so oft ich nach *Chinchillas* fragte, mir stets nur diese Species gebracht hat. Ich habe einen vollständig wohlerhaltenen Kopf des Thieres in Sublimat-Wasser mitgebracht, ebenso ein Skelet und mehrere gut erhaltene Bälge.

Eine möglichst getreue Abbildung, die ich einer spätern Arbeit über Chili beigeben werde, mag vielleicht einiges über dieses Thier aufklären.

Es lebt in Chili wie in Bolivien auf Bergen in mässiger Höhe, in Steinklüften und Höhlen. Von was es sich auf den kahlen Bergen von Bolivien nährt, ist mir ein Räthsel.

Die von mir in Gefangenschaft gehaltenen berührten oft tageweise kein Futter, das frei am Bord umherlaufende dagegen frass rohe und gekochte Kartoffeln, Brot und alle trockenen Vegetabilien, die man ihm bot.

Das Guanaco, welches auf den Höhen der Berge um die Bay wohnt, ist *Auchenia Guanaco* und dieselbe Species, welche in zahlreichen Rudeln die Höhen der Anden in Chili bewohnt, dort aber, so viel ich weiss, auf der Küsten-Cordillera nur selten getroffen wird.

Diese Thiere sind in ihrer Nahrung offenbar nur auf die wenigen Schluchten beschränkt, in welchen durch ein fliessendes Wasser Vegetation entstanden ist, und ziehen des Nachts in Rudeln dorthin, um zu grasen. In der mehrfach erwähnten Schlucht von Mamilla und den benachbarten Felsen fand ich ganze Strecken des Bodens mit ihren Excrementen bedeckt.

Zu Gesicht aber bekam ich dort nur ein junges Thier, welches die Bergleute gefangen hatten, das wir kauften und lebend mit nach Europa brachten.

Ethnographisches.

Wie ich schon oben erwähnte, finden sich in der Algodon-Bay Beweise, dass dieselbe in früherer Zeit bewohnt gewesen. Etwa zweihundert Schritte weit vom Strande und in einer Höhe von 45—50 Fuss über den mittleren Stand des Meeres finden sich die Reste indianischer Hütten, Reste, die nahe bei tausend Jahre alt sein können, aber die man dennoch vollkommen zu zerstören nicht der Mühe werth gehalten hat. Man hat sich bemüht, die Wände einzuwerfen, hat aber den anderen Theil stehen lassen. Ich habe den Grundriss dieser Hütten gezeichnet, aber leider ist mir das Blatt nebst einigen anderen Papieren auf der Rückreise verloren gegangen. Die Basis ist ein in die Länge gezogenes Viereck etwa 15—18 Fuss lang und 12 breit, doch weiss ich die Dimensionen nicht mehr ganz genau.

Bei zwei derselben habe ich neben dem Eingange die Grundmauer eines kleinen Seitenbaues gefunden, welcher ebenfalls länglich war, aber auf der einen der schmalen Seiten eine runde Ausbiegung hatte. Die Mauern dieser Hütten sind an der noch stehenden Basis ein bis ein und einen halben Fuss breit und mit einem festen Kalkcemente verbunden.

Sie sind aus Geröllen zusammengehängt, die von der See ausgeworfen worden sind, theils aber auch aus den scharfkantigen Fragmenten, die in den Schluchten gefunden worden. In der Nähe der Bay selbst stehen ohnweit Bella vista, wenn ich nicht irre, drei hohe Ruinen, und kaum eine halbe Stunde gegen Süd, dicht am Fusse des Berges steht eine vierte, die noch etwa 3 Fuss hohe Mauern hat.

Es sollen an verschiedenen Orten der Bay und ihrer Umgebung ähnliche Hütten gestanden sein und das zwar noch vor einigen Jahren; Muthwille aber hat sie zerstört.

Ohnweit der schon erwähnten Felsenpartie, bei welcher die Brandung so stark ansteigt, mithin dicht an der Küste, findet sich eine Art Damm oder eine Mauer gegen Nord gerichtet, welche aus grösseren Steinen zusammengefügt ist, und wie es scheint dazu gedient hat, das Plateau eines grösseren Grünsteinfelsens zu erweitern, so dass eine grössere Anzahl Menschen auf demselben Platz nehmen konnten.

Die Grubenbesitzer glauben, dass diese Mauer und das durch dieselbe erweiterte Plateau des Felsens zum Sonnendienst bestimmt gewesen sei. Ein für die Öffentlichkeit bestimmter Zweck schien jedenfalls zu Grunde zu liegen.

Etwa 100 Schritte von der letzten der drei vorhin erwähnten Hütten liegt eine Begräbniss-Stätte und wahrscheinlich die der Bewohner jener Hütten, obgleich viele mehr südlich wohnende Stämme der Westküste Amerikas bekanntlich die Gewohnheit haben, ihre Todten sehr weit entfernt von den Wohnungen zu begraben.

Es sind noch jetzt etwa 36—40 Grabhügel sichtbar, von denen ein Theil indessen schon von den Matrosen einiger Schiffe, und von den Arbeitern in den Gruben, in der Hoffnung Gold zu finden oder aus Neugierde durchwühlt worden sind. Es ist aber wohl möglich, dass ein Theil der Hügel gänzlich verschwunden ist, theils durch Nachgrabungen, theils durch häufiges darüber Hinweggehen und Reiten.

Die Gräber befinden sich sämmtlich in dem schon früher erwähnten Muschelgruse, der theilweise lose daliegt, theils auch leicht verbunden und zusammengesintert ist.

Die Form der Hügel ist manchen altdeutschen ähnlich, wenigstens habe ich in Franken vor mehreren Jahren einige geöffnet, welche ihnen sehr nahe kommen. Sie sind 10—15 Fuss lang und breit, gegen die Mitte zu erhöht, etwa 3—4 Fuss hoch und meist im Centrum etwas eingesunken. Da ich von früher her einige Übung im Öffnen von dergleichen alten Gräbern hatte, konnte ich leicht bestimmen, welche bereits geöffnet, und welche noch unberührt waren, und fand mich beim Nachgraben selten getäuscht.

In den nicht geöffneten Gräbern befanden sich die Skelete aufrecht, in sitzender Stellung, die Knie an die Brust gezogen, die Hände an das Kinn gestützt, und die Arme fest an die Schenkel geschlossen. Nach einer bestimmten Himmelsgegend wurde bei der Beerdigung das Gesicht nicht gerichtet, sondern es schienen im Gegentheile die Leichen ganz nach Zufall oder Belieben eingesenkt.

Man kam meist nach drei oder höchstens drei und einem halben Fuss auf den Kopf der Leiche, wenigstens bei den gut erhaltenen Subjecten. Das Haar und die Kopfhaut war bei den meisten gut erhalten. Das Erstere war straff und scheint bei beiden Geschlechtern lang und theilweise in Zöpfe geflochten gewesen zu sein, bei einigen in einzelnen kleinen zierlichen Flechten mit grossem in der Mitte befindlichen Hauptgeflechte, bei andern in Zöpfen, die in wollene Schnüre gebunden waren. Überhaupt scheint der Haarschmuck sorgfältig aber willkürlich geordnet gewesen zu sein. So fand ich einen noch ziemlich erhaltenen Schädel, welcher mit einem einzigen, mehrere Zolle langen, im Nacken sitzenden Zopfe geschmückt war, den ich noch besitze, und welcher die Begeisterung des vergangenen Jahrhunderts erregt haben würde. Die Haare sämmtlicher Individuen sind schwarzbraun, allein sie waren ursprünglich wohl dunkler und haben nur durch die Länge der Zeit ihre Farbe etwas verändert.

Es fand sich bei keinem der Skelete mehr eine Spur von eingetrockneter Muskelsubstanz.

Da fast alle peruanischen Gräber, die man geöffnet hat, so wie auch jene in der Wüste von Atakama, beinahe vollständig wohlerhaltene Mumien enthielten, so kann man schliessen, dass die in Rede stehenden Gräber sehr alt sein müssen, denn dieselben conservirenden Bedingnisse, die dort stattfinden, sind jedenfalls auch hier vorhanden. Dass bei diesem einzelnen Stamme der Gebrauch geherrscht haben sollte, die Todten zu skeletisiren, ist nicht glaublich.

Wenigstens hat man Spuren dieses Gebrauches, so viel ich weiss, bei den nördlichen Stämmen Südamerikas nicht getroffen und bloss bei den Patagoniern im äussersten Süden soll er heute noch herrschen.

Ich will jetzt kurz die Gegenstände beschreiben, welche ich bei den Skeleten in den Gräbern gefunden habe, denn sie vermögen den einzigen, wenn gleich geringen Aufschluss über Lebensweise und Culturgrad jener erloschenen Geschlechter zu geben. Die meisten Skelete waren mit einem Steinkranze umgeben, wie sich solches auch bei alten deutschen Gräbern findet.

Es waren indess offenbar zu wenige Steine, um eine Mauer gebildet zu haben, und sie scheinen bloss leicht um die schon in die Grube gebrachte Leiche gelegt worden zu sein.

Stets innerhalb dieses Steinringes befanden sich die dem Todten mitgegebenen Utensilien.

Ich fand so in einem Grabe zwei Geflechte, die nach Art einer Mütze das Haupt bedeckten, eine über die andere. Die Form derselben ist eine einfache Halbkugel. Sie sind etwa zwei Linien dick, und von sehr zierlicher Arbeit.

Wie ich unter dem Mikroskope fand, sind sie von Cactusfasern geflochten. Ferner eine kleine Kürbisschale, etwa 3 Zoll im Durchmesser. Dasselbe muss wohl als eine Kostbarkeit betrachtet worden sein, denn an einer Stelle, wo sie zersprungen war, sieht man ganz feine Löcher angebracht, offenbar um sie zu heften.

Sie enthält ein feines Netz mit kaum liniengrossen Maschen und in demselben einige Stückchen Eisenochers, vielleicht zum Bemalen der Haut. Die Schale selbst ist mit einer Schnur umwunden, welche zum Tragen derselben gedient hat. Ein ziemlich grosses Stück eines Netzes, grosse keulenartige Stücke von Cactus-Stämmen und Reste eines groben Gewebes, in welches das Skelet eingewickelt war, waren die übrigen Gegenstände.

In einem andern Grabe fanden sich wieder jene so eben erwähnten starken Stücke von Cactus-Stämmen, Reste eines Netzes und das grobe zum Einhüllen der Leiche dienende Gewebe.

In einem dritten Grabe fanden sich Fragmente von Töpferarbeit, über deren Form ich in einer späteren Arbeit sprechen muss, da sie mir in archäologischer Beziehung höchst interessant erscheint, die nähere Entwickelung hierüber hier aber wohl zu weitläufig erscheinen dürfte.

Ferner dünne Stücke eines Holzes, das viele Ähnlichkeit mit einer Weinrebe hat, ein kleines, roh geschnittenes Stückchen eines festeren Holzes, drei Zoll lang, und an beiden Enden mit einer kugelförmigen Verdickung versehen.

In einem vierten und fünften Grabe endlich wurde eine Waffe oder ein Messer von Feuerstein gefunden, vier Zoll lang, zwei breit, drei Linien dick und sorgfältig geschärft. Dann acht Zoll lange, sorgsam

geschnittene und abgeschliffene Knochenstücke eines grösseren Säugethieres, welche ohne Zweifel zum Netzstricken gedient hatten, und mehrere dünne Röhrenknochen von derselben Länge, an beiden Enden abgeschnitten. Endlich noch mehrere, fünf bis sieben Zoll lange Harpunen von Knochen, zum Theil mit starken ledernen Riemen versehen, alle aber am einen Ende mit Widerhaken von Horn, die zierlich durch fein geflochtene Schnüre an den Knochen befestiget sind. Das Ganze unzweifelhaft zum Fischfang dienend.

Fast in allen Gräbern wurden Büschel eines getrockneten Tanges gefunden und zugleich Fasern von Cacteen, ebenfalls bündelförmig zusammengerollt.

Die verschiedenen Gewebe und Schnüre, deren im Vorhergehenden gedacht wurde, bestehen aus drei verschiedenen Stoffen.

Will fand, indem er das Gewebe, in welches die Leichen eingehüllt sind, einer mikroskopischen Untersuchung unterwarf, dass dasselbe aus feinen Haaren gedreht ist, welche einen Durchmesser von $^1/_{100}$ bis $^1/_{80}$ Linien haben.

Ein Markcanal ist nur selten sichtbar, aber bisweilen findet man Andeutungen von der leiterförmigen Zeichnung, welche man in den Haaren vieler Nager findet.

Einmal fand Will ein Haar, welches *Eriomys chinchilla* angehört. Die feineren Schnüre, mit welchen die Widerhaken an die Harpunen befestiget sind, fand Will aus stärkerem Haare gedreht. Sie messen $^1/_{20}$ Linie und darüber. Die meisten zeigen einen starken Markcanal, dessen Durchmesser aber wechselt. Ich habe die verschiedenen anderen Gewebe untersucht und gefunden, dass auch einige der grösseren Gewebe aus starker Wolle bestehen, wie sie Will geschildert hat, und ebenso jene Schnur, die um die Kürbisschale geschlungen ist, so dass alle Gewebe und Schnüre bloss von den Haaren zweier Thierarten verfertigt wurden.

Ich glaube, dass die gröbere Wolle von *Auchenia Guanaco* genommen ist, während die feinere wahrscheinlich dem *Chinchilla* angehört, wie denn auch gegenwärtig noch diese beiden Thiere die einzigen Säugethiere sind, die dort getroffen werden.

Die Netze hingegen bestehen offenbar aus Pflanzenfaser, und das zwar, wie mich die Vergleichung mit den in den Gräbern gefundenen Cactus-Fasern belehrte, aus solchen.

Sowohl das kleine in dem Kürbisse befindliche Stückchen Netz, als die grösseren Stücke mit stärkeren Maschen, zeigen unter dem Mikroskope dieselbe Structur.

Ich weiss nicht, ob es bekannt ist, dass die Fasern jener Cacteen zu solchen Geweben benutzt wurden, oder ob dies vielleicht anderwärts jetzt noch geschieht, denn gegenwärtig benützt man jene Pflanze an der Küste bloss noch zur Feuerung oder zum Baue jener ärmlichen Hütten, deren ich früher erwähnte. Jedenfalls aber resultirt aus dem Gesagten, dass auch zu der Zeit, als jene, jetzt längst verschwundene Race die Küste bewohnte, weder die Fauna noch die Flora sich in einem viel glänzenderen Zustande befand, als dies gegenwärtig der Fall ist.

Was die Skelete selbst betrifft, so war es nicht möglich, eines derselben nur einigermassen vollständig zu erhalten.

Indessen habe ich zwei vollkommen gut erhaltene Schädel und zwei Defecte ausgegraben.

So viel sich aus den gefundenen mehr oder weniger conservirten Knochen schliessen lässt, war jene Race zierlich gebaut, und ich möchte als mittlere Grösse für dieselbe fünf Fuss angeben.

Hände und Füsse sind im Verhältniss zum übrigen Knochenbau klein, wie dieses noch heute bei vielen Indianerstämmen der Westküste gefunden wird, und was auch die Mumien beweisen, die man an verschiedenen Orten in Peru ausgegraben hat. Was die Schädel betrifft, so habe ich auf Taf. III eine Abbildung derselben beigefügt.

Man bemerkt an ihnen Folgendes: die ganze Kapsel des Schädeltheiles ist nach hinten und oben gezogen, die Stirn ist ausnehmend schmal und weicht von der Glabella und dem Augenbrauenbogen rasch zurück, ohne dass jedoch die letzteren besonders stark hervortreten.

Die Seitenwandbeine sind weit nach hinten gerückt, und das Hinterhauptbein ist mehr oder weniger abgeplattet.

Beide Schädel, besonders aber Fig. 1 sind in ihrer ganzen Ausdehnung sehr schmal und eine seitliche Hervortreibung der Hirnkapsel ist kaum merklich. Auffallend ist eine stumpfe, kammartige Erhöhung, welche von der Glabella aus mitten über das Stirnbein bis zur Kronennath als ein einfacher Wulst, und neben der Kronennath bis zur Spitze des Hinterhauptbeins so verläuft, dass die Kronennath oder die Stelle, wo sich dieselbe befinden sollte, in einer Vertiefung liegt. An der Spitze des Hinterhauptbeins weichen die beiden leistenartigen Erhöhungen etwas auseinander, und umschliesen so einen schwachvertieften dreieckigen Raum.

Die *Crista frontalis* oder der Anfang der *linea semicircularis temporum* ist an beiden Schädeln ziemlich scharf und erhalten.

Bei Fig. 2 ist die Kronennath an ihrem unteren Ende, das heisst wo sich Stirnbein und Seitenwandbein an den grossen Flügel des Keilbeines und des Schuppenbeines anschliessen, in der Länge eines Zolles völlig obliterirt, ebenso ist die Pfeilnath vollständig verwischt, und der Hinterhauptstachel sehr breit, und durch eine tiefe Querfurche unterhalb desselben gleichsam mehr hervorgetrieben. Das Hinterhauptbein eben dieses Schädels ist fast ganz abgeplattet, und zugleich asymmetrisch, indem nämlich der rechte Gelenkfortsatz weiter nach rückwärts liegt und mehr als gewöhnlich über den normalen Stand des Hinterhauptloches hineinragt; auch die *Pars basilaris* ist schief gestellt, so dass das hintere Ende ihrer Längenachse weit nach links, das vordere nach rechts steht.

Dieser Zurückweichung des rechten Theiles des Hinterhauptbeins entspricht auch eine Verkürzung, oder besser Zurückweichung der rechten Gesichtshälfte. Betrachtet man nämlich den Schädel von der Basis, so liegt das rechte Jochbein um einige Linien weiter zurück, als das linke. Der Gesichtstheil dieser beiden Schädel ragt ziemlich stark vor.

Die Nasenbeine sind stark entwickelt, die Augenhöhlen gross und rundlich, die Wangenbeine nicht besonders gross und ziemlich gerade. Der Zahnfortsatz bei 1 mehr nach vor-, als nach abwärts gerichtet, bei 2 nahezu perpendiculär.

Beide Unterkiefer sind kräftig und stark.

Merkwürdig ist die starke Abnützung der Zahnkronen, welche z. B. bei den drei ersten Backenzähnen des einen Schädels so weit vorgeschritten ist, dass die Höcker vollständig verschwunden sind, und die Zahnsubstanz nur von einem Schmelzsaume eingefasst wird. Auch die Eckzähne sind stark abgenützt. Bei einem isolirten Unterkiefer, den ich besitze, ist der zweite rechte und linke Backenzahn, gegen aussen und schief abgerundet und dies zwar dermassen, dass während innen die Höhe des Zahnes über dem Alveolarrande bis zur Krone 5 Linien beträgt, aussen derselbe nur 1 Linie über demselben hervorsteht.

Die Schneidezähne sind breit und schaufelförmig. Ein Schneidezahn des einen, und zwei Backenzähne des andern Schädels sind cariös. Alle übrigen vorhandenen Zähne sind gesund, trotz der bedeutenden Abnützung.

Der ganze Habitus dieser Schädel spricht nun deutlich aus, dass die Menschen, von welchen sie herrühren, der altperuanischen Race, den Aymaras oder jenem alten Volke angehört haben, welche vorzugsweise die Gegend um den Titicaca-See bewohnte. So viel mir indessen bekannt, wurden bis jetzt noch nicht so weit südlich solche Schädel aufgefunden, und es zeigt jedenfalls, dass dieses Volk eine weitere Verbreitung hatte als man bisher glaubte.

Morton sagt [1]), dass man die meisten dieser Schädel an den Ufern und Inseln des Titicaca-Sees und in den hohen Thälern der Anden zwischen 14° und 19° 30′ südlicher Breite gefunden habe, während

[1]) S. G. Morton, *Crania americana etc. 1839, p. 97.*

die Algodon-Bay unter 22° 6′ südlicher Breite liegt. Die meisten Mumien aber, welche sowohl in Bolivien als in Peru gefunden worden sind, ähneln jener Titicaca-Race, aber sie sind durchaus nicht identisch mit derselben.

So sind die Mumien, welche Dr. Ried von Valparaiso im vergangenen Jahre nach Europa geschickt hat, so wie die, welche schon vor mehreren Jahren von Dr. Korhammer in der Nähe von Lima gefunden wurden, und welche man hie und da für als jenem altperuanischen Stamme angehörig betrachtet hat, offenbar ganz anderer Art. Auch bei ihnen weicht die Stirn oberhalb der Augenbraunen zurück, während das Os occipitis abgeplattet ist, aber das Profil des ganzen Kopfes gleicht immer noch einem nach hinten geschobenen Vierecke, und lässt sich mit der kaukasischen Race in eine Parallele stellen, während die Titicaca-Schädel, sprechen wir es nur aus, mit einem Affenschädel grössere Ähnlichkeit haben, als mit jenen. Auch die Schädel der Mumien im Museum zu Lima gehören zu jenen, die durch Dr. Korhammer und Dr. Ried nach Europa gebracht worden sind, mithin nicht der altperuanischen Race an.

Es ist indessen nicht meine Absicht, mich über die Unterschiede dieser Völkerstämme auszubreiten, die allerdings hinlänglich anerkannt sind; ich habe nur bemerken wollen, dass öfters unter dem Namen altperuanisch auch Schädel- und Begräbniss-Stätten bezeichnet werden, die offenbar einem jüngern Volke angehört haben, und ich begnüge mich, das Vorkommen jener altperuanischen Race bis zum 22° südlicher Breite bestimmt nachgewiesen zu haben.

Wären übrigens nicht die sorgfältigen Forschungen gelehrter Reisender über Sprache und Mythen der Maya-Race und anderer Ureinwohner von Central-Amerika vorliegend, so könnte man versucht werden, nach den Abbildungen, die Stephens[1]) gegeben hat, als die Ureinwohner jener Länder, oder wenigstens als Erbauer der grossartigen Denkmale und Tempel ebenfalls ein Volk anzunehmen, welches der Titicaca-Race sehr nahe käme. Ich verweise auf die Tafeln, welche zu pag. 311, 314, 316, 318 und 353 beigegeben sind, und auf das Titelkupfer.

Bei einer Ornamentik, die offenbar an die ägyptische erinnert, und bei welcher auch griechische Reminiscenzen nicht fehlen, treten uns in den Basreliefs Köpfe entgegen, die ganz unzweifelhaft die flache Stirn und den ganzen Habitus der Titicaca-Race zeigen.

Die Beschreibung, welche d'Orbigny von den Monumenten am Titicaca-See gibt, ist den Abbildungen von Stephens so ähnlich, dass solche Vermuthungen vielleicht verzeihlich werden.

Ich will mich nicht auf die öfters berührte Frage einlassen, ob die eigenthümliche Form der Schädel eine künstliche oder natürliche war.

Nur so viel will ich bemerken, dass die Bewohner der Küste, deren Gräber ich öffnete, sämmtlich abgeplattete Schädel hatten, und dass also wenigstens dort nicht der Gebrauch herrschte, bloss den Knaben die Schädel einzupressen, während man, wie d'Orbigny behauptet, den Weibern die natürliche Kopfform liess.

Jch habe eine chemische Analyse der in der Algodon-Bay ausgegrabenen Knochen vorgenommen, und habe hiezu zweierlei Knochen verwendet, nämlich solche aus Gräbern, die noch nicht geöffnet wurden, und solche, die schon hervorgezogen und als Fragmente nur leicht wieder mit Muschelgrus bedeckt wurden. Die ersteren sind bräunlich, ziemlich fest, und besonders sind die Kopfknochen sehr wohl erhalten.

Das Gewebe derselben zeigt unter dem Mikroskope vollkommen normale Structur und lässt sich Behufs der Beobachtung vollständig fein schleifen. Die anderen Knochen, welche nur leicht mit Muschelgrus bedeckt der Einwirkung der Luft und Temperatur mehr ausgesetzt waren, haben eine helle Farbe und sind brüchig.

---

[1]) *Incidents of travel in Central-America, Chiapas and Yucatan etc. twelfth edition. Vol. II. 1848.*

Jch habe von ersteren Rippenknochen, von zweiten ein Stück des Os parietale untersucht und folgende Resultate erhalten:

	a. Rippenknochen.	*b.* Os parietale.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	57·67	62·83
Kohlensaure Kalkerde	8·49	9·79
Phosphorsaure Talkerde	6·28	6·45
Salze im Wasser löslich	4·61	5·20
Knorpelsubstanz	22·95	15·73
	100·00	100·00

Die im Wasser löslichen Salze bestanden bei *a* meist aus Chlornatrium und schwefelsaurem Natron und etwas kohlensaurer Kalkerde, bei *b* aus Chlornatrium und schwefelsaurer Kalkerde und etwas Chlormagnesium, indessen keine Spur von kohlensauren Salzen.

Diese verhältnissmässig grosse Menge der im Wasser löslichen Salze rührt jedenfalls von dem mit Seesalz durchdrängten Muschelgruse her, in welchem die Knochen gelegen sind.

Die Menge der organischen Substanz bietet nichts Auffallendes. Selbst alte fossile Knochen haben noch Knorpelsubstanz und in Knochen der peruanischen Gräber habe ich früher selbst die ganze normale Menge gefunden. Es ist allerdings richtig, dass im Verhältnisse des Alters der Knochen auch ein Abnehmen der organischen Substanz gefunden wird, die ziemlich bedeutende Differenz zwischen den beiden hier untersuchten Knochen ist aber ohne Zweifel nicht durch den Unterschied des Alters bedingt, sondern dadurch herbeigeführt worden, dass die mit *b* bezeichneten Knochen nur leicht mit Muschelgrus bedeckt und den Einwirkungen äusserer Einflüsse mithin mehr ausgesetzt waren.

In den Rippenknochen fanden sich auch Spuren einer fetten Substanz, die mit Äther ausgezogen wurde, aber zu wenig war, um weiter untersucht zu werden.

Die eigenthümliche Erscheinung, die ich schon früher bei fossilen Knochen beobachtet, und in den Annalen der Chemie [1]) veröffentlicht habe, wiederholte sich auch hier. Wird ein frischer Knochen mit verdünnter Salzsäure bis zum vollständigen Verschwinden der Knochenerde ausgezogen und hierauf wieder hinreichend ausgewaschen, so erhält man die reine Knorpelsubstanz. Um diese gänzlich in Leim zu verwandeln, bedarf es aber eines wenigstens 20stündigen Kochens.

Behandelt man auf gleiche Weise fossile Knochen, so erhält man, wenn dieselben überhaupt noch organische Substanz haben, ebenfalls den Knorpel mehr oder weniger in der Form des Knochens selbst. Aber dieser Knorpel scheint schon in Leim verwandelt zu sein, denn es genügt, denselben nach Entfernung der Salzsäure nur einige Minuten im Wasser zu kochen, um eine vollständige Leimlösung mit allen charakteristischen Reactionen derselben zu erhalten.

Ich habe dieses Resultat früher mit fossilen Knochen und mit denen einer ägyptischen Mumie erhalten, während sich Knochen aus einem germanischen Grabhügel und solche aus einem alten Kirchhofe wie frische Knochen verhielten. Die Knorpelsubstanz der Rippenknochen sowohl, wie die des untersuchten Schädels aus den in Rede stehenden Gräbern der Algodon-Bay löst sich, nachdem sie hinreichend mit Wasser gewaschen war, nach etwa 15 bis 20 Minuten in kochendem Wasser bis auf wenigen Rückstand vollkommen, und gab eine vollständige klebrige Leimlösung, welche indessen trotz dieser mechanischen Eigenschaft des Leimes, dennoch nicht alle chemischen Eigenschaften desselben zeigte, indem sie weder durch Quecksilberchlorid, noch durch Gallustinctur gefällt wurde. Es scheint durch die Länge der Zeit hier eine Leimbildung eingeleitet, welche stets weiter fortschreitet, so dass bei ganz alten z. B. fossilen Knochen, dieselbe beendet ist, während sie bei den gegenwärtigen Knochen erst theilweise begonnen hat.

---

[1]) Annalen d. Chemie u. Pharm. v. F. Wöhler u. J. Liebig B. I, pag. 151.

Ich möchte jedenfalls glauben, dass durch die bereits eingetretenen Erscheinungen und die Veränderung, welche sich in dem Knochenknorpel zeigte, ein hohes Alter der Knochen selbst ausgesprochen ist.

Über die gegenwärtigen Bewohner der Bay lässt sich wenig sagen. Die Bevölkerung besteht aus einigen Hundert Menschen, welche in den Gruben arbeiten und im Umkreise von etlichen Stunden wohnen, und aus wenigen Fischern, die wohl auch nur sich dort niedergelassen haben, um ihre Beute an die Grubenleute zu vertauschen oder zu verkaufen.

Diese Leute sind theils Chilenen, theils Bolivianer und es mögen sich auch Peruaner unter ihnen befinden, wenigstens sah ich einige Neger, die von dort gekommen waren. Die Nahrungsmittel werden für Menschen und Thiere zu Schiffe an die Küste gebracht, und theils von den Grubenbesitzern an die Arbeiter gegen einen bestimmten Preis ausgetheilt, theils auch aus freier Hand verkauft. Ausser Fischen, die das Meer bietet, gibt es keine Nahrungsmittel, die die Küste erzeugt, denn eines Guanaco wird man nur selten habhaft.

Aber das Volk ist dort wie in den meisten südlichen Ländern äusserst genügsam und sein vorzüglichstes Nahrungsmittel besteht aus in Wasser abgekochten Erbsen und etwas Charque (in der Sonne getrocknetes Ochsenfleisch), welches roh oder gekocht gegessen wird. Der tägliche Genuss von irgend einem spirituösen Getränke ist jenen Menschen kein Bedürfniss, wie solches bei uns fast bei allen Classen der Bevölkerung der Fall ist.

Hingegen ergeben sie sich im höchsten Grade der Unmässigkeit, sobald sie einmal den Anfang gemacht haben und die Mittel besitzen.

Die Einfuhr aller Spirituosen für die Arbeiter in den Gruben ist von der bolivianischen Regierung strenge verboten.

Die natürliche Folge dieses Verbots ist ein höchst einträglicher Schmuggelhandel, der, so viel ich weiss, meist von Cobija aus zu Boot dorthin getrieben wird.

Kömmt nun einer der Arbeiter in den Besitz einer auf solche Weise eingeführten Quantität Cognac, so trinkt er gewöhnlich so lange, bis er bewusstlos niederfällt, und bleibt oft des Tages in der stärksten Sonnenhitze und des Nachts den feuchten Nebeln der Berge ausgesetzt im Freien liegen, bis er erwacht, um, wenn sein Vorrath reicht, von Neuem zu beginnen. Häufige Pneumonien sind die Folgen dieser Unmässigkeit.

Ein und dasselbe Individuum wird oft 10 bis 12 mal von der Krankheit befallen und erliegt endlich einem letzten Anfalle.

Andere Krankheiten kommen nur höchst selten vor und trotz der eigenthümlichen klimatischen Verhältnisse erscheint die Lage jenes Küstenstriches eben so gesund, wie jene in Chili.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I. Cobija, Hafenstadt von Bolivien. Typus der Küste von Bolivien.

Taf. II. Fig. 1. Landspitze in der Algodon-Bay. Grünsteinformation durch Muschelgrus verbunden. Links des Bildes unterhalb der zwei fliegenden Vögel: Bella Vista, Wohnung eines der Grubenbesitzer; rechts des Bildes, durch vier Vögel bezeichnet, mit Guano bedeckte Felsen.

Fig. 2. Scheinbarer Gang von Felsitporphyr im Dolerit, in der Algodon-Bay.

Fig. 3. Küstenpartie ohnweit der Algodon-Bay. Das Gebirge zeigt scheinbare Schichtung.

Taf. III. In der Algodon-Bay ausgegrabene Schädel altperuanischer Titicaca-Race.

Fig. 1. Profil; 1 *a*, derselbe Schädel von oben.

Fig. 2. Ein zweiter Schädel; 2 *a*, Ansicht von der Basis.

Zur Naturgeschichte der Adria.

Von

Prof. **Ludwig K. Schmarda.**

I. *Bonellia viridis.*

(Tafel IV—VII.)

(Vorgelesen in der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 3. Jänner 1851.)

Bonellia viridis.

Die *Bonellia viridis* wurde zuerst 1816 von L. Rolando, Professor der Anatomie zu Turin, an den sardinischen Küsten entdeckt und dem verdienten Zoologen Bonelli zu Ehren benannt. Rolando veröffentlichte seine Entdeckung in den Abhandlungen der Turiner Akademie Tom. XXVI (darnach in der Isis 1823); er fügte der naturhistorischen Beschreibung auch mehrere anatomische Details bei, die durch meine im September 1850 zu Lissa in Dalmatien angestellten Untersuchungen erweitert wurden. Dadurch wurde auch die Deutung eine andere.

Form und äussere Bedeckung der Bonellia.

Der Körper ist im Zustande der Ruhe eiförmig, in den verschiedenen Exemplaren einen und einen halben bis 8 Centimeter lang, 1 bis 4 Centimeter breit. Die Farbe ist dunkelgrün, bei Weingeist-Exemplaren wird sie bläulichgrün, oft sehr licht. Der vordere Theil des Thieres geht in einen 12 bis 20 Centimeter langen, einen halben Centimeter breiten Rüssel (von Rolando für den Schwanz gehalten) über, Taf. IV, Fig. 1 *d*, der an seinem Ursprunge sich unmittelbar aus der Haut erhebt und die Mundöffnung (*a*) zur Hälfte umgibt; an seinem freien Ende spaltet er sich in zwei wagrechte Arme (*d' d'*), die an ihrem oberen Saume stärker, an ihrem unteren schwächer gewellt oder leicht gekräuselt sind. Die Farbe des Rüssels ist gleichfalls ein sehr dunkles Grün, das am Rande der Arme, vorzüglich am oberen, in das Schwarze übergeht. Leib und Rüssel fühlen sich im Zustande der Ruhe glatt an, und färben sehr stark bei der Berührung ab. Das Thier ist aber selten ruhig; gewöhnlich zieht sich der Körper an einem oder mehreren Punkten nach dem Breitendurchmesser zusammen; er ist dann verkürzt und erscheint an den eingeschnürten Stellen gerunzelt oder warzig. Erfolgen die Contractionen mit grosser Kraft, so ist der Leib an diesen Stellen wie abgeschnürt, die dazwischen liegenden Partien sind dagegen blasig aufgetrieben, wobei die Eingeweide durch die ausgedehnte Haut deutlich als gelblichbraune Knäuel durchscheinen.

Der Körper dehnt sich aber auch nach seiner Längenaxe aus; er wird dann walzenförmig und hat grosse Ähnlichkeit mit manchen Anneliden.

Nicht minder gross ist die Zusammenziehungsfähigkeit des Rüssels; er kann sich ungewöhnlich verlängern und bis auf ein Drittel verkürzen, aber auch schnurartig zusammendrehen. Die grosse Contractilität ist die Ursache des oft proteusartigen Wechsels der Gestalt.

Am Ursprunge des Rüssels, wie von einer halbkreisförmigen Falte umgeben, liegt eine längliche Öffnung: der Mund, Taf. IV, Fig. 1 *a*. Am entgegengesetzten Körperende eine kleine kreisrunde Öffnung: der After, Taf. IV, Fig. 1 *b*. Zwischen beiden, doch der Mundöffnung näher, eine sehr kleine Öffnung, oft mit einem wulstförmigen Rande umgeben: die Mündung der Zeugungstheile, dieselbe Fig. *g*. Zwischen *a* und *g* zwei kleine Erhöhungen bei *c*, aus welchen zwei kurze Stacheln hervorgestülpt werden können.

Von der Mundöffnung zur Afteröffnung geht auf der Bauchfläche eine weisse mehr oder weniger markirte schmale Linie; es ist der durchschimmernde Bauch-Nervenstrang mit der grossen Bauchvene.

Die Haut der Bonellien zeigt die wesentlichen Charaktere einer Schleimhaut. Sie besteht aus mehreren Schichten. Die äussere oder Epithelial-Schichte besteht aus dicht gedrängten, cylindrischen Zellen, Taf. V, Fig. 9 *a*. An den Armen des Rüssels kommt ein Flimmer-Epithelium vor, Taf. VI, Fig. 7. In der Haut des Leibes folgt auf das Epithelium eine maschenförmige Hautschichte, die aus verschieden starken, unter einander verwebten Zellgewebsfasern und Gefässen gebildet wird, Taf. V, Fig. 9 *c*. In dieser Schichte befinden sich einzelne Pigmentzellen und grössere Anhäufungen derselben, welche sich zu drüsenartigen Organen (*b*) vereinen, deren nähere Beschreibung bei den Secretions-Organen angegeben werden wird. Darauf folgt die Muskelschichte, die aus Längenmuskeln und ringförmigen Fasern besteht (*d*, *e*). Am Vordertheile gesellen sich auch schiefe Muskelfasern dazu.

Der Verdauungs-Apparat.

Die Mundöffnung bildet eine Längsspalte am vorderen Körpertheile vom Rüssel umgeben, so dass man sie erst deutlich gewahr wird, wenn man den in der Regel zusammengelegten Rüssel aus einander und zurückschlägt.

Zwei wulstige Ränder schliessen wie Lippen den Eingang. Tentakeln oder Wimperkränze so wie ein Kaugerüst fehlen.

Die Mundhöhle ist ein kurzes Rohr, das in den Schlundkopf übergeht. Dieser hat grössere Dimensionen und ist sphäroidisch erweitert, Taf. V, Fig. 1 *b*. Seine Länge beträgt bis 16, seine Breite bis 7 Millimeter. Starke Zellgewebs- und wahrscheinlich auch Muskelfasern befestigen ihn an die Leibeswandungen. Er besitzt sehr entwickelte Längenmuskelfasern, auch schiefe und ringförmige Fasern. Durch die Contraction der letztern ist er oft quergerunzelt. Trotz seiner Befestigung an die innere Körperwand kann er theilweise vorgestülpt werden und erscheint dann als eine heraussthende dickwandige Blase. R o l a n d o hielt sie für einen Theil des Generations-Apparates.

Der übrige Darm ist viel enger, acht- bis neunmal so lang als der Körper und durch ein lockeres zartes Peritoneum, in dem sich nur einzelne stärkere Fasern wahrnehmen lassen, an die innere Leibeswand geheftet. Er zerfällt in mehrere Abtheilungen, deren Unterschiede schon auf den ersten Blick wegen der Verschiedenheit der Farbe auffallen. Wenn man eine Bonellie öffnet, so erscheint der Darmcanal als ein mannigfach in einander geschobener Knäuel, *c* in Fig. 1 auf Taf. V.

Der obere Theil des Darmes ist ungefähr dreimal so lang als der Körper. Er bildet nahe am Schlundkopfe eine grosse Schlinge. Er ist anfangs von einer hellgrauen oder schmutzigbläulichen Farbe und enge, in seiner Mitte wird er etwas weiter und seine Farbe wird bräunlich. Er besteht aus mehreren Schichten: die äussere ist glatt, wahrscheinlich der Überzug vom Peritoneum, die mittlere ist eine Muskelschichte, die aus Längs- und Ringfasern besteht, und dem Darme stellenweise ein quergestreiftes Ansehen gibt; die

innere Schichte wird von einer Schleimhaut, die ein pflasterförmiges Epithelium hat, gebildet, Fig 6 auf Taf. V. Die Grösse der einzelnen Epithelial-Zellen misst bis $^1/_{60}$ Millimeter.

Möglicherweise rührt die braune Farbe im unteren Theile dieses Abschnittes von einer eigenthümlichen Drüsenschichte her. Ich bedaure, sie nicht im frischen Zustande untersucht zu haben.

Die zweite Abtheilung des Verdauungstractes ist die längste, sie ist vier- bis fünfmal so lang als der Körper, etwas weiter als die vorhergehende; sie hat ein flockiges Aussehen an ihrer Oberfläche und eine schöne orangegelbe Färbung. Beides rührt von der Lebersubstanz her, welche den Darm im Beginn und am Ende dieses Abschnittes in kleinen unzusammenhängenden, in der Mitte in grösseren zusammenhängenden und den ganzen Breitendurchmesser umfassenden Lappen und Läppchen umgibt.

Fig. 2 auf Taf. V stellt ein Stück des Leberdarmes bei doppelter Vergrösserung dar; Fig. 3 mehrere Leberläppchen; Fig. 4 einen Theil eines Leberlappens bei 200facher Vergrösserung. Jedes Leberläppchen besteht aus einem Convolute von Zellen von $^1/_{30}$ bis $^1/_{20}$ Millimeter Grösse. Jede einzelne Zelle besteht aus einer dünnen durchsichtigen Zellhaut, einem grossen Zellkerne und einem feinkörnigen gelblichen, flüssigen Zellinhalt.

Der dritte Theil des Verdauungscanales hat mit dem ersten hinsichtlich der Farbe Ähnlichkeit, er ist wie dieser jedoch in dem auf den Gallendarm unmittelbar folgenden Theil braun, am Ausgange grau gefärbt. Seine Muskelhaut, Fig. 7, Taf. V, ist stark entwickelt. Die Epithelial-Schichte besteht dagegen aus viel kleineren Zellen, Fig. 8, Taf. V, als der obere Tract. Die Gefässe, die auf der äusseren Wandung verlaufen, sind deutlich sichtbar, besonders die an der concaven Seite.

Seiner Function nach erscheint dieser Theil als Dickdarm, denn hier geht die Bildung der länglichrunden braunen Excremente vor sich. Die mitunter beträchtliche Anhäufung von Excrementen in diesem Theile und der während des Lebens beobachtete Abgang derselben sind der sicherste Beweis, dass es der Dickdarm und nicht, wie Rolando meinte, der Anfang des Verdauungscanales sei. Im untersten Theile nimmt der Mastdarm die beiden Ausführungsgänge der Respirations-Organe auf und endet dann mit einer runden Öffnung.

Die Nahrung besteht in Seepflanzen; ich fand im Darm noch erkennbare Reste von Ulvaceen.

Ein plötzliches Hervorstürzen des Darmes durch den Mund, After oder einen Einriss der Haut, wie es bei Holothurien in der Gefangenschaft so häufig beobachtet wird, wurde hier nicht wahrgenommen.

Die Organe des Kreislaufes.

Trotz vieler und sorgfältiger Untersuchungen gehört der Kreislauf der Echinodermen noch immer zu den dunkeln Partien. Es ist also beinahe natürlich, dass auch die Beschreibung des Circulations-Apparates der Bonellien noch manches zu wünschen übrig lassen wird. Daran ist vorzugsweise die dunkle pigmentreiche Haut, die Zartheit und geringe Grösse der betreffenden Organe die Ursache, welche sowohl den Gebrauch des Mikroskopes und den des Messers beschränkt.

Die Hauptgefässe sind ein Rückengefäss und ein Bauchgefäss, welche sowohl im Rüssel als in der Leibeshöhle mit einander in unmittelbarer Verbindung stehen. Das Rückengefäss mit seinen Ramificationen entspricht einer Aorta, das Bauchgefäss einer Hohlvene.

Arteriöses System.

Von den Respirations-Organen kommen zwei Gefässe, die nach ihrer Vereinigung auf der concaven Seite des unteren Darmtractes als ein grösseres Gefäss sichtbar sind. Dieses Gefäss gibt Zweige zum Darm und zur Haut, und ergiesst sich am oberen Theil des Leberdarmes in ein Ringgefäss, welches den Darm umgibt. Aus diesem Gefässring entspringt das Rückengefäss, welches bald nach seinem Ursprung einen Ast abgibt, der längs des oberen Abschnittes des Verdauungscanales verlauft und sich in ähnlicher Weise ramificirt wie der Hauptstamm auf dem unteren Abschnitte. Der durch die Abgabe dieses Gefässes schwä-

cher gewordene Hauptstamm verlässt den Darm, schwillt im oberen Drittel des Körpers auf eine kurze Strecke etwas an *(Cor arteriosum)*, geht über den Eierstock, der einen Zweig erhält, und über die obere Wand des Schlundkopfes, auch diesen mit Zweigen versorgend, in den Rüssel, in dessen Mittellinie er seinen weiteren Verlauf nimmt.

Nach dem Eintritt in den Rüssel geht die Haupt-Arterie, die wir nun die Rüssel-Arterie nennen können, in gerader Richtung parallel mit den beiden rücklaufenden Rüssel-Venen, mit welchen sie durch viele anastomosirende Zweige, Taf. IV, Fig. 3, direct in Verbindung tritt, bis zum äusseren Rand der Gabelung des Rüssels, wo sie sich in einen rechten und linken Ast theilt, welche bis zum Ende der beiden Arme, diese mit Zweigen versorgend, verlaufen. An den beiden äussersten Enden erfolgt der Übergang in die Venen, und zwar nicht etwa durch ein Capillarnetz, sondern durch die Hauptzweige selbst.

Das venöse System.

Die beiden Venen, welche unmittelbar aus den beiden Ästen der Rüssel-Arterie hervorgehen, laufen mit diesen in den Zweigen des Rüssels parallel. Im Rüssel selbst vereinigen sie sich jedoch nicht, sondern laufen getrennt, unter sich und mit der zwischen ihnen liegenden Arterie parallel durch die ganze Länge des Rüssels. Erst am Ursprunge desselben nähern sie sich, umgeben in Form eines Halbkreises die Mundöffnung und vereinigen sich am unteren Winkel der Mundspalte zu einem gemeinschaftlichen, dünnwandigen und weiteren Gefäss, welches leicht geschlängelt an der Bauchfläche von der Mundöffnung bis zum After verlauft. Es liegt theils auf, theils neben dem Nervenstrange und schwillt in seinem mittleren Theile zu einer bedeutenden Erweiterung *(Cor venosum)* an. In seinem Verlaufe geht es zwischen den beiden Borsten durch, und lässt den Ausführungsgang des Eileiters links liegen. Das Bauchgefäss nimmt aus den Bauchwandungen und zum Theil wohl auch aus einzelnen Darmpartien zahlreiche Äste auf. Ihre genaue Angabe ist jedoch nicht leicht möglich, da die Zahl und Stelle der Einmündungen wechselt, oft auch nicht sicher ist, da es in vielen Fällen zweifelhaft bleibt, ob der betreffende Theil ein Gefäss oder bloss ein Faden von Zellgewebe ist, der zur Befestigung des Darmcanales an die Bauchwand dient.

Wie schon oben erwähnt wurde, befindet sich in der Mitte des Bauchgefässes eine Erweiterung. Aus derselben entspringt ein starker Stamm, welcher unter einem Theil des Darmes verlauft und in den Gefässring am Leberdarme einmündet und somit eine Verbindung zwischen arteriösem und venösem Systeme herstellt.

Auch hinter dem *Sinus venosus* nimmt das Bauchgefäss noch Zweige auf. Es sind die den vordern entsprechenden Venen aus den Leibeswandungen. Am Ende in der Nähe des Mastdarmes spaltet sich das Bauchgefäss in zwei Äste, welche zu den Respirations-Organen gehen und sich in denselben verzweigen. Die Übergänge in das arteriöse System sind nicht beobachtet worden.

Ein zweites System von Venen ergiesst sich in das Ringgefäss des Darmes. Sowohl längs des obern als untern Tractes des Darmcanales sammeln sich venöse Gefässe in eine absteigende und aufsteigende Darmvene, welche in den Gefässring, der den Leberdarm umgibt, einmünden.

Die schematische Darstellung des Gefässsystemes befindet sich auf Taf. V, Fig. 11.

Die Organe der Athmung.

Die Respirations-Organe der *Bonellia* bestehen aus zwei inneren dendritischen Kiemen, welche in ihrer Bildung und Lage denen der Holothurien entsprechen, Fig. 1 *e*, *e*, auf Taf. V. Sie liegen am hinteren Leibesende zu beiden Seiten des Mastdarmes. Ihre Länge beträgt 12—18 Millimeter, ihre Breite 7—10 Millimeter. Ihre Farbe ist braun. Jedes Respirations-Organ besteht aus einem häutigen Rohre, das nach abwärts in die Kloake mündet, nach aufwärts sich baumförmig verästelt. Die Endigungen der feinsten Zweige sind kolbenförmig angeschwollen und blind. Fig. 1, Taf. VI, stellt einen Hauptast bei dreissigfacher Vergrösserung dar. — Bei starker Vergrösserung zeigen die einzelnen Endröhren eine grosse Menge von Pigmentkörnern von $^1/_{600}$ — $^1/_{100}$ Millimeter Grösse, Fig. 2, auf Taf. VI.

Rolando hatte zwar diese Organe gekannt und abgebildet, sie jedoch unrichtig gedeutet, er hielt sie für Speicheldrüsen; die verkehrte Deutung der beiden Extreme des Verdauungsapparates hatte ihn darauf geführt. Milne Edwards und Blanchard erklären (Iconographie von Cuvier's *Regne anim. Zoophyt. T. 21)* die Respirations-Organe für Eierstöcke, und den Eierstock für ein Coecum.

Als ein zweites Athmungs-Organ wirkt gewiss die Haut des Körpers und des Rüssels. Die zahlreichen Gefässe, welche darin verlaufen, und ihre zahlreichen Netze machen einen Austausch der Bestandtheile des Blutes mit denen der im Wasser enthaltenen Luft leicht möglich.

Als drittes Athmungs-Organ treten höchst wahrscheinlich eigene wasserführende Canäle in der Haut auf. Der lockere maschenförmige Bau der mittleren Hautschichte ist für ein Wassergefässsystem sehr geeignet. Es war mir jedoch nicht möglich solche Gefässe darzustellen, vielweniger deren Zusammenhang zu ermitteln. Ich vermuthe aber, dass sie vorhanden sind und sich in die Leibeshöhle öffnen, die Eingeweide mit Meerwasser umspülend, denn die frischen Bonellien fühlen sich immer prall an, während die Eingeweide die Körperhöhle nicht auszufüllen im Stande sind; beim Öffnen von lebenden Thieren fliesst viel Wasser aus und endlich sickert stets Wasser durch die Leibeswandung, wenn man die lebendigen Thiere ins Trockene legt.

Secretions-Organe.

Von dem drüsigen Apparat des Verdauungs-Canales war schon oben bei den Verdauungs-Organen die Rede. Andere Secretions-Organe sind die Drüsen, welche sich sehr zahlreich in der Haut befinden. Sie erreichen eine Grösse von $^1/_4$ Millimeter, Fig. 9 *b*, und Fig. 10 auf Taf. V. Die einzelnen Elemente der Drüsen bestehen aus kuglichen Zellen mit dünnen Wandungen, zwischen welchen sich bloss Gefässnetze zu verbreiten scheinen. Ausser diesen Zellenconvoluten treten auch einzelne im maschenförmigen Gewebe der Haut eingelagerte Pigmentzellen auf. Bei der Zusammenziehung der Muskelhaut rücken die Drüsen näher an einander und gegen die Oberfläche der Haut, welcher sie dann das eigenthümliche körnige oder selbst warzenförmige Aussehen verleihen. Die Hautdrüsen sind die Quellen einer eigenthümlichen zähschleimigen mit sehr viel grünem Farbstoffe gemengten Absonderung, welche Papier, Leinwand u. dgl. schön grün und in geringer Quantität beträchtliche Mengen von Weingeist smaragdgrün färbt. Dabei ist dieser abgesonderte Stoff so adhärent, dass er nur nach langem Waschen von den Fingern entfernt werden konnte. Bei den im Weingeist aufbewahrten Bonellien wurde er ausgezogen und den übrigen Organen mitgetheilt, die dadurch ihre ursprüngliche Farbe mit der grünen vertauschten. Auch der Rüssel scheidet diesen Farbstoff in grosser Menge ab; die grossen Drüsen fehlen jedoch in diesem Theile und scheinen durch kleine unregelmässige Zellen mit einem grünen Zellinhalte ersetzt zu werden, die sich besonders an den Rändern angehäuft finden. Sie fanden sich stets in der Nähe einer grösseren Gefässverästlung.

Der Farbstoff ist Chlorophyll. Mein Freund Herr Dr. J. Gottlieb, Professor der Chemie in Gratz, hatte die Güte ihn zu untersuchen. Das mir darüber Mitgetheilte folgt hier wörtlich: „Die weingeistige Lösung des fraglichen Farbstoffes, wie sie durch längeres Aufbewahren der Thiere im Alkohol gewonnen wurde, zeigte bei schwachem durchgehenden Lichte eine grüne, bei intensiverer Beleuchtung eine braungrüne, bei reflectirtem Lichte eine blutrothe Farbe, welche Erscheinung eine alkoholische Lösung des gewöhnlichen Chlorophylls der frischen Blätter ebenfalls darbietet. Beim Verdampfen schied die Flüssigkeit Krystalle von Kochsalz und beim Eintrocknen im Wasserbade eine dunkle Masse aus. Dieser Rückstand mit rauchender Salzsäure behandelt, färbte selbe lebhaft smaragdgrün. Die saure Lösung schied, durch Wasser verdünnt, einen hellgrün gefärbten, flockigen Körper aus, behielt aber selbst nach langem Stehen eine blassgrüne Färbung bei. Durch Marmor wurde sie entfärbt und der gelöste Körper an den Wänden des Gefässes als schwarzgrüne Masse abgesetzt. Diese war in Salzsäure, Vitriolöl, Kali, Äther und Weingeist mit prächtig grüner Farbe löslich. Die weingeistige Lösung wurde durch Bleizucker unter Bildung eines grasgrünen Niederschlages entfärbt. Ammoniakflüssigkeit löste den aus Salzsäure

durch Marmor gefällten Körper mit brauner, kochende Essigsäure mit blaugrüner Farbe. Zwischen dem Verhalten der beschriebenen Farbstoffe und dem eines Gemenges von Chlorophyll der frischen und trocknen Blätter ist demnach kein Unterschied bemerkbar; die Identität beider Stoffe wird aber noch weiters dadurch bestätiget, dass das Chlorophyll der *Bonellia* wie das der Pflanzen Stickstoff enthält."

Die Fortpflanzungsorgane.

Wahrscheinlich sind die Bonellien sich selbst befruchtende Zwitter; mit Sicherheit sind jedoch nur die weiblichen Geschlechtsorgane nachgewiesen. Diese bestehen aus einem grossen Eierstocke, der mit dem einen Ende angewachsen ist und damit nach aussen mündet, mit dem anderen knopfförmig angeschwollenen frei in die Bauchhöhle ragt. Die Mündung des Eierstockes ist auf der Bauchseite acht bis zwölf Millimeter hinter der Mundöffnung (*g*, Fig. 1, Taf. IV). Im lebenden Thiere stellt der Eierstock einen sechs bis acht Centimeter langen und stellenweise bis fünfzehn Millimeter weiten Schlauch dar (Taf. V, Fig. 1 *f*, Taf. VII, Fig. 1 und 2), der einen beträchtlichen Theil der Leibeshöhle einnimmt. Die innere Haut ist eine Schleimhaut; darauf folgt eine starke Muskelschichte, welche aus Längen- und Ringfasern besteht; die äussere Haut ist wahrscheinlich eine Fortsetzung des Peritoneums. Die Bewegungen des Eierstockes sind peristaltisch und sehr kräftig; dabei schnüren die Ringfasern den Eierstock stellenweise so ein, dass zwei bis fünf sackartige Erweiterungen entstehen, welche durch die zusammengeschnürten Stellen wie durch Verbindungsröhren zusammenhängen und gewissermassen gestielt erscheinen. Durch die Thätigkeit dieser Muskelschichte treten die Eier nach Aussen. Selbst in kurz vorher getödteten und geöffneten Thieren erfolgt noch diese Bewegung, wenn der Eierstock gereizt wird. Nach dem Austritt aller oder der Mehrzahl der Eier, erhält der Eierstock ein der Quere nach gerunzeltes Aussehen.

Als männliches Sexualorgan möchte ich ein kleines auf der obern Fläche des vorderen Theiles des Eierstockes sitzendes Organ ansprechen, Taf. V, Fig. 1 *g* und *d*, in Fig. 1 und 2 auf Taf. VII. Es ist drei Millimeter lang, der obere Theil breiter, kammartig gefaltet oder ausgerandet, von einem drüsenartigen Aussehen; der untere Theil oder Stiel geht aus dem oberen allmählich hervor; er scheint aus den Ausführungsgängen des oberen Theiles zu bestehen und senkt sich in den Eierstock ein. Fig. 3 auf Taf. VII stellt dieses Organ vergrössert dar. Spermatofilen nahm ich nicht wahr. Der Act der Befruchtung schien schon vorüber, denn die Mehrzahl der Eier war in den verschiedenen Stadien der Dotterdurchfurchung als ich sie untersuchte.

Ich glaube, dass es hier am Platze sein dürfte, zwei eigenthümliche Gebilde zu erwähnen, welche oberhalb des Ausführungsganges des Eierstockes sich befinden. Es sind zwei Borsten, welche mit ihrer Basis in einem eigenthümlichen Muskel oder Sehnenapparat eingebettet sind, mit ihren Spitzen frei in die Bauchhöhle ragen, Taf. V, Fig. 1 *h*. Sie sind ein und ein halb bis zwei ein halb Millimeter lang, von braunrother Farbe, glänzend, irisirend, an ihrem festsitzenden Theil zwibelförmig angeschwollen, an ihrem Ende mit einer stumpfen Spitze. Sie sind nicht gerade, sondern schwach gekrümmt, der convexe Theil nach rückwärts gerichtet. Bei hundertfacher Vergrösserung, Taf. VII, Fig. 4, zeigten sich Längen- und scharf ausgeprägte Querstreifen. Bei einem Exemplare fand ich die eine dieser Borsten nach aussen gestülpt; bei allen übrigen waren sie mit ihren Spitzen nach dem obern Theil der Leibeshöhle gerichtet. Es ist schwer eine genügende Muthmassung aufzustellen, ob es Organe der Bewegung seien oder ob sie mit den Generationswerkzeugen in irgend einer Beziehung stehen. Wahrscheinlich sind sie den Stacheln zu vergleichen, welche wir bei *Echiurus* und verwandten Formen finden.

Das Nervensystem.

Die Anordnung des Nervensystemes ist wie das der übrigen Sipunculoiden wesentlich von dem der andern Gruppen der Echinodermen verschieden. Dem des Sipunculus, wie es uns Krohn, Grube und Delle Chiaje kennen lehrten, sowie dem der Echiuriden nach den Untersuchungen von Quatrefages kommt es in einiger Beziehung nahe.

Es besteht aus einem knotigen Bauchstrang, einem grossen Darmnerven, aus einem kleinen Ganglion am unteren und einem eben solchen am oberen Winkel der Mundspalte. Aus dem letzten geht ein Nerve für den Rüssel hervor; so dass alle Theile des Nervensystemes unter einander in Verbindung stehen. Taf. VI, Fig. 3.

Der Bauchstrang liegt auf der Bauchfläche in einer schmalen und seichten Furche unter und neben dem grossen Bauchgefässe. Ein dünnes, sehr zartes Neurilem hüllt ihn ein. Er besteht aus einer Menge von Primitivfasern, die im Durchschnitte $^1/_{300}$ Millimeter gross sind. Der Nervenstrang enthält in seiner hinteren Hälfte zwischen Neurilem und Nervenfasern kleine Partien eines gelbbraunen Pigmentes. Er ist nicht knotenlos wie der im Sipunculus, sondern er zeigt stellenweise kleine Anschwellungen, die bei der mikroskopischen Untersuchung sich als Convolute von Ganglienkugeln auswiesen. Taf. VI, Fig. 4. Einzelne Ganglienkörper messen $^1/_{20}$ bis $^1/_{15}$ Millimeter, sie sind kugelich, ei- und birnförmig. Taf. VI, Fig. 5. Die letzten bilden die Mehrzahl, haben einen meist ziemlich langen Stiel und scheinen unmittelbar in die Nerven-Primitivfaser überzugehen. Alle Ganglienkörper zeigten eine sehr zarte durchsichtige Membran, einen deutlichen Zellkern und einen feinkörnigen hellgrauen Zellinhalt. Im Wasser imbibirten sie sich rasch, vergrösserten sich und endlich zerriss die Zellmembran. Nervenknoten zählte ich vier und in manchen Exemplaren bis sieben; nicht immer sind alle gleich deutlich sichtbar. Im ersten Falle war der dritte Knoten der grösste; er lag etwas hinter der Mitte des Stranges nicht unfern der herzartigen Anschwellung des grossen Bauchgefässes. Aus diesem Knoten entspringt ausser mehreren kleinen Fäden ein verhältnissmässig grosser assymmetrischer Nerve, der parallel mit dem Verbindungsgefässe zwischen dem Sinus des Bauchgefässes und dem Ringgefässe des Darmes zum Leberdarm geht und sich dort in einen auf- und absteigenden Ast theilt, welche den Darm begleiten.

Aus den übrigen Nervenknoten, sowie aus dem Strange nach seinem ganzen Verlaufe, entspringen theils symmetrische, theils assymmetrische meist kurze und feine Äste, die zur Haut gehen; ob auch einige von diesen Fäden zum Darm gehen, ist nicht leicht zu entscheiden, da zarte Fäden eben so leicht feine Gefässe oder selbst Zellgewebsfasern des Peritoneums sein können.

Unterhalb des Schlundkopfes am unteren Winkel der Mundspalte bildet der Nervenstrang einen kleinen Knoten, aus dem zwei Fäden entspringen, welche die Mundhöhle umgeben und sich am oberen Winkel der Mundspalte in einen neuen Knoten vereinigen, aus dem ein einfacher Faden hervortritt, der unter der Rüsselarterie durch den ganzen senkrechten Theil des Rüssels verlauft, sich an der Gablungsstelle der Arterie gleichfalls theilt und mit seinen Ästen bis an die Enden der beiden horizontalen Theile des Rüssels fortgeht. Auf der ganzen Strecke, wo der Nerve unter der Rüsselarterie seinen Verlauf nimmt, wurden keine Nervenknoten wahrgenommen.

Bei dem Mangel eines eigentlichen Centrums des Nervensystemes erklärt es sich, dass die Rückwirkung auf äussere Reize keine bedeutende ist, stärkere Eingriffe vom Thiere ohne Zerstörung des Lebens vertragen werden und selbst die abgetrennten Theile noch längere Zeit fortleben. So lebt der Körper der Bonellia nach Abtragung des Rüssels noch mehrere Tage und umgekehrt contrahirte sich der abgeschnittene Rüssel noch nach 24 Stunden und vollführte seine gewohnten Bewegungen.

Die Sinnes-Organe.

Mit Ausnahme des Tastorganes fehlen sämmtliche Sinnes-Organe; obwohl ein gewisser Grad von Lichtempfindung und Geschmacksempfindungen vorhanden zu sein scheint.

Der allgemeine Sitz des Tastorganes ist die Haut, der besondere der Rüssel, der in der Nähe von fremden Gegenständen sich in den verschiedensten Richtungen auf- und abwärts schiebt, und sie umfassend betastet.

Ich fand die Bonellien in Löchern von Steinen oder in den Zwischenräumen zwischen grösseren Geschieben am Strande. Der Leib war gewöhnlich in den Löchern verborgen, der Rüssel vorgestreckt;

selbst bei leiser Berührung zog er sich rasch zurück, so dass mehrere bei dem Versuche die Thiere hervorzuziehen, abrissen. Ich fand sie nur Abends bei und nach Sonnenuntergang; bei hellem Sonnenlichte gelang es mir nicht sie aufzufinden, sie scheinen daher nächtliche Thiere zu sein und es würde sich auch darin die Ähnlichkeit mit anderen Sipunculoiden und selbst mit Holothurien wiederfinden, da auch bei diesen das Spiel der Tentakelkränze vorzugsweise erst bei eintretender Dunkelheit beginnt. Zugleich ist es ein Beweis für die Empfindung verschiedener Lichtreize, wie wir sie schon bei Infusorien und Polypen finden.

Die Bewegungs-Organe.

Ausser den der Willkür entzogenen Muskeln des Darmes und Eierstockes finden sich zahlreiche Muskeln, welche der Willkür unterworfen sind, im ganzen Umfange des Leibes und des Rüssels.

Unter der äusseren Umhüllung der Epithelialschichte und der maschenförmigen Zellhaut finden sich stark entwickelte Muskelbündel, die theils nach der Länge des Thieres verlaufen, theils als Quermuskeln den Leib ringförmig umgeben. Diese geben bei stärkerer Zusammenziehung dem Leibe der Bonellia ein etwas geringeltes Aussehen. Da die Zellgewebshaut mit ihren Pigmentkörnern und Drüsen eine verhältnissmässig bedeutende Dicke besitzt, so schimmern die sich durchkreuzenden Längen- und Quermuskeln keineswegs in jener Weise durch, wie dies bei Sipunculus der Fall ist. Schiefe Muskeln kommen nur gegen das vordere und hintere Leibes-Ende in grösserer Zahl vor. Die Muskelfasern zeigen bei starker Vergrösserung Querstreifung. Taf. VI, Fig. 8.

Nicht minder entwickelt sind die Muskeln des Rüssels. Im senkrechten Theile dieses Organes zeigen sich mehr als vierzig Längsmuskelbündel neben einander und eine sehr grosse Menge von queren Muskeln, jedoch etwas schwächer als die Längsmuskeln entwickelt. Taf. VI, Fig. 6.

Schiefe Muskelfasern kommen in geringer Zahl vor. In den beiden horizontalen Armen treten ausser den Längs- und Quermuskeln auch noch schiefe auf Taf. VI, Fig. 7, welche unter mehr oder weniger schiefen Winkeln vom obern Saume gegen den untern und umgekehrt vom untern gegen den obern Saum die ersten Partien unter beinahe rechten Winkeln kreuzend verlaufen. Die Wirkung dieser schiefen Muskeln trägt vorzüglich zur Kräuselung des Saumes bei.

Die Bewegungen sind im hohen Grade mannigfaltig, ein fast beständiger abenteuerlicher Gestaltwechsel ist die Folge davon. Bald gleicht die Bonellia einem Oval, bald einer Spindel, einem Kolben oder einem Wurme. Die Ortsveränderung wird meist durch wurmförmige Bewegungen, also durch Kriechen bewerkstelliget, manchmal schwimmt jedoch auch die Bonellia unter rascher Rüsselbewegung. Eigenthümliche Bewegungen vollführt der Rüssel, indem er sich umbiegt, der Länge nach zusammenrollt oder mit wagrecht ausgebreiteten Armen auf oder unter dem Wasserspiegel flottirt. Selbst abgerissen behält er seine Bewegungsfähigkeit noch lange bei.

Aufenthalt und Verbreitung.

Die Bonellia wurde von R o l a n d o an den Küsten Sardiniens gefunden, später fand man sie auch an den Küsten des südlichen Frankreichs. Ich fand sie im September 1850 im Porto San Giorgio der Insel Lissa in Dalmatien. Sie kommt im Gerölle, unter grossen Steinen oder in Steinlöchern vor. An der Küste Frankreichs scheint sie auch im Sande vorzukommen. Ich fand sie nur an seichten Stellen in den erwähnten Schlupfwinkeln versteckt, aus welchen sie schwer zu ziehen ist.

Entwickelungs-Geschichte.

Dieselbe beschränkt sich nur auf einige Stadien. Ich habe schon oben erwähnt, dass ich in dem als Hoden gedeuteten Organe keine Spermatoiden mehr fand. Die letzten Stadien und das Auskriechen der Jungen sind auch nicht beobachtet. Doch lassen die Beobachtungen einen Schluss auf das Fehlende zu.

Die Zahl der Eier ist eine beträchtlich grosse, in einem mittelgrossen Exemplare fand ich bei achtzehnhundert Eier. Die Grösse der einzelnen Eier variirte nach der Entwickelung von $^{1}/_{10}$ bis $^{1}/_{6}$ Millimeter. Die Färbung ist gelblich weiss. Die einzelnen Theile liessen sich bei den in der Entwickelung noch nicht vorgerückten recht deutlich erkennen. Nach aussen wird das Ei von einer durchsichtigen, ziemlich festen structurlosen Haut begrenzt, Taf. VII, Fig. 5, *a*. Darauf folgt eine durchsichtige Schichte, wahrscheinlich von Flüssigkeit, *b*. Nach dieser die Dotterhaut mit doppelter Contour *c*, welche den Dotter *d*, einschliesst.

Im Dotter ist ein feinkörniger, fast wolkenartiger Inhalt und grössere Bläschen deutlich sichtbar. Excentrisch in ihm befindet sich das Keimbläschen *e* von $^{1}/_{60}$ Millimeter Grösse und in diesem der Keimfleck *f*, mit vier bis fünf kleinen Körnern.

Eier, welche in der Entwickelung weiter fortgeschritten waren, zeigten die Zerklüftung des Dotters. Taf. VII, Fig. 6 und 7, stellen verschiedene Stadien des Furchungsprocesses dar. Eine ziemlich breite durchsichtige Zone, entsprechend *b* in Fig. 5, bleibt deutlich sichtbar.

Nach der vollständigen Zerklüftung des Dotters in kleine kugeliche Zellen, erfolgt eine neue Gruppirung derselben, indem die homogenen sich um eine Axe lagern und zu consolidiren beginnen, während die übrigen in der Flüssigkeit innerhalb der Dotterhaut schweben bleiben. Die kleinen etwas ausserhalb des Mittelpunktes des Eies zur Bildung des Embryo zusammentretenden kugelichen Zellen haben einen Durchmesser von $^{1}/_{400}$ bis $^{1}/_{200}$ Millimeter. Taf. VII, Fig. 8. Ringsum erkennt man in der Flüssigkeit einen grauen feinkörnigen Inhalt und grössere farblose Kugeln von $^{1}/_{100}$ bis $^{1}/_{50}$ Millimeter Grösse, wahrscheinlich Fettkugeln. Die Eier haben an Umfang beträchtlich zugenommen, wahrscheinlich in Folge von Imbibition von Wasser. Dieses ist besonders an einer Seite mehr angehäuft, wo der Inhalt des Eies stark abgeplattet erscheint.

Noch später erscheinen die Fötalzellen nicht mehr in ihren Umrissen klar, durch Vermehrung und Differenzirung werden sie undurchsichtiger, dagegen tritt die Form des jungen Thieres immer deutlicher hervor. In Fig. 9 auf Taf. VII zeigt sich bereits die Rüsselbildung. Der körnige Inhalt und die Fettkugeln sind noch mehr vermindert; wahrscheinlich dienen sie zur Ernährung des Embryo, sowie das in dem Hohlraume angesammelte Wasser zu seiner Athmung.

Wahrscheinlich kommen die jungen Thiere lebend zur Welt, der Act der Geburt oder das Auskriechen derselben aus dem Ei konnte von mir nicht mehr abgewartet werden.

Rückblick. Die systematische Stellung der Bonellia.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass nach den oben erörterten anatomischen Eigenschaften die Bonellia die grösste Ähnlichkeit mit den Sipunculoiden nachweist, welche eine Übergangsfamilie von den Echinodermen zu den Würmern bilden. Die wesentlichen Eigenschaften der Bonellia bestätigen es noch mehr.

1. Am Körper der Bonellia lässt sich ein vorderes und hinteres Ende, eine Bauch- und Rückenseite unterscheiden. Der Bau ist ein symmetrischer, kein regelmässig strahlenförmiger.

2. Die Formverhältnisse des Rüssels sind der Bonellia ganz eigenthümlich. Analoge Formen finden wir aber schon in der ***Holothuria Eaouri*** (Lesson Centur. zoolog. 90, pl. 31, Fig. 2), wo ein fleischiger der Verkürzung und Verlängerung fähiger Ansatz vorkommt; auch die Andeutung von Querringen am Leibe mahnt bei dieser Form an Bonellia. Bei *Thalassema* finden wir einen Rüssel in Gestalt eines einwärts gebogenen Blattes. Vielleicht ist der von Leuckart bei ***Priapulus caudatus*** als Kopfkieme gedeutete Fortsatz als ein ähnliches Gebilde zu betrachten. (Frey und Leuckart, Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere mit besonderer Berücksichtigung der Fauna des norddeutschen Meeres. 1847, S. 45.)

3. Der Mangel von Ambulakren charakterisirt die Sipunculoiden, findet sich jedoch auch bei den weichhäutigen Holothurien (*Synapta*), weil sie hier ohne Bedeutung wären.

4. Das Mesenterium und der vielfach geschlängelte Darm mit polarer Mund- und Afteröffnung findet sich gleichfalls bei den Holothurien.

5. Dagegen unterscheiden sich diese von Bonellia durch die Mundtentakeln und ein knorpliges Mundgerüste.

6. Die Anwesenheit einer dem Darm adhärirenden Leber ist dagegen ein Charakter, der den Holothurien fehlt.

7. Die Respirationsorgane gleichen denen der Holothurien und differiren ausserordentlich von denen der Würmer.

8. Das Gefäss-System mit seinen langen Stämmen, seinen directen Verbindungen zwischen arteriösem und venösem Theile zeigt manches Analoge mit dem der Anneliden.

9. Noch mehr das Nervensystem, welches vom Typus der regelmässigen Thiere sehr differirt, indem die strahlenförmige Anordnung eines Schlundringes und die symmetrische Vertheilung des peripherischen Theiles fehlen. Ob dies schon ursprüngliche Anlage ist oder erst Folge einer einseitigen Entwickelung, ist jetzt noch nicht zu entscheiden, obwohl das Erste wahrscheinlicher ist. Eine andere Differenz bietet das Nervensystem durch die Knoten des Bauchstranges dar, wodurch die Ähnlichkeit im Nervensysteme der Sipunculoiden und Anneliden noch mehr vergrössert wird, denn auch Quatrefages fand bei *Echiurus Gärtneri* ein gegliedertes Bauchmark. *(Mémoire sur l'Echiure de Gaertner. Annales des sciences naturelles. III. Série, Zoologie. Tom. VII, 1847, p. 352, pl. 6, Fig. 4.)*

10. Dagegen entspricht die Beschaffenheit und Lage der Geschlechtswerkzeuge den Holothurien und ist den Würmern fremd.

Der Beweis, dass die Bonellia in ihren Organisations-Verhältnissen als vermittelndes Glied (wie die übrigen Sipunculoiden) zwischen Echinodermen und Anneliden zu betrachten, ist damit hergestellt.

Entwerfen wir nach diesen Untersuchungen den Charakter der Bonellia, so dürfte er in folgender Fassung am Entsprechendsten lauten:

Bonellia, animal e familia Sipunculidum, corpore ovali, valde contractili; proboscide taeniaeformi longa, in duas partes divisa; ore simplici in antica parte sito, ano in extremo postico; poro genitali infra os posito; organis respiratoriis duobus internis dendriticis.

Bonellia viridis.

B. corpore viridi, laevi; proboscide longa membranacea, ramis undulatis, margine fusco. Habitat in litoribus Franciae meridionalis, Genuae et insulae Issae.

Rolando führt ausser *Bonellia viridis* noch eine zweite Species auf: *Bonellia fuliginosa.* Sie ist nach seiner Beschreibung spindelförmig, die Lappen des Rüssels rund, die Spitzen derselben etwas kugelich, das Gedärm etwas dicker. Er sah sie nicht lebend und verfasste seine Beschreibung nach einem einzigen in Weingeist conservirten Exemplare. Cuvier im *Regne animal* überging daher diese Species.

II. Über Anthozoen.

(Taf. VIII und IX.)

Die Mehrzahl der Anthozoen ist auf die tropischen Meere beschränkt, diese sind die korallenreichsten und ausschliesslich in ihnen kommen die Bildungen von Korallenbänken und Riffen vor. Von den Wendekreisen gegen die Pole nehmen sie an Zahl und Grösse ab und werden durch unansehnliche, niedrige mehr rasenartige als strauchartige Formen ersetzt.

Die Actinien machen eine Ausnahme. Sie haben unter allen Anthozoen die weiteste Verbreitung, sie reichen hoch in den Norden und kommen in den Meeren der gemässigten Zone nicht minder häufig vor als unter den Tropen. In herrlichen Farben prangend und durch ihre Gestalt gefüllte Blumenkronen nachahmend gehören die Seenesseln zum schönsten Schmuck des Meeres.

Die Zahl der dem Mittelmeere und der Adria angehörenden Actinien ist keine geringe und doch ist die Zahl der beschriebenen die kleinere, da im Verhältniss der grossen Ausdehnung dieser Wasserbecken nur wenige Punkte und Striche genau untersucht sind.

Bei der Entdeckung neuer Formen zeigen sich für das Unterbringen derselben in das System grössere Schwierigkeiten als bei den meisten anderen Gruppen der niederen Thiere. Sie bestehen darin: die Motive der Aufstellung neuer Species klar darzulegen. Wie überall im systematischen Theile der Zoologie finden wir auch hier die beiden Extreme des Überschätzens und Unterschätzens einzelner Merkmale. Das erste führt zu einer masslosen Vermehrung der Species, das zweite zu einer undeutlichen Gliederung, bei welcher die Einsicht leidet. Die neueren Forscher versuchten es, diese beiden Klippen zu vermeiden und seit den Bemühungen Ehrenberg's hat sich die sichere Begründung der Geschlechter der Familie der *Actinina* herausgestellt. (Die Korallenthiere des rothen Meeres, physiologisch untersucht und systematisch verzeichnet von C. G. Ehrenberg. Aus den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften vom J. 1831.) Als erstes Merkmal wird von ihm die Anwesenheit oder Abwesenheit von Saugwarzen in der Scheibe aufgestellt; obgleich die Natur dieser Gebilde keineswegs so ganz entschieden ist. Als zweites Moment der Classification erscheinen die Seitenöffnungen im Mantel des cylindrischen Theiles des Körpers. Sie bilden den Charakter des Genus *Cribrina;* dieselben sind jedoch nicht immer gleich deutlich und oft erkennt man sie nur, wenn das Wasser strahlenförmig aus ihnen hervorgetrieben wird. Selbst bei *Cribrina effeota* wurden sie von Gravenhorst übersehen. (Tergestina, oder Beobachtungen und Untersuchungen über einige bei Triest im Meere lebende Arten der Gattungen *Octopus, Doris, Pinna, Ascidia, Serpula, Echinus, Asterias Ophiura, Holothuria, Actinia, Caryophyllia, Actinotus.* Breslau 1831, S. 140.) Bei der weiter unten beschriebenen *Cribrina punctata* kommen kleine Sieblöcher vor, aus denen ich auch deutlich den Wasseraustritt sah; bei den im Weingeist aufbewahrten Exemplaren sind dieselben jedoch nicht mehr aufzufinden. Wahrscheinlich kommen derartige Öffnungen auch in anderen Formen vor, an welchen sie übersehen wurden. Die Formen der Tentakel bilden einen dritten und zwar sehr haltbaren Charakter. Die Gestaltverschiedenheiten in diesen Organen sind sehr mannigfaltig; gespalten, handförmig, strauchförmig, einfach, gekämmt oder Bläschen (gehäufte Nesselorgane?) tragend. Auch hier muss man sich an frische und im Zustande der Ausdehnung befindliche Exemplare halten. Ich erinnere nur an Actinia tapetum aus dem rothen Meere, welche zahlreiche kurze Tentakeln hat, im zusammengezogenen Zustande jedoch als Typus eines neuen Genus (Discosoma) aufgestellt wurde, das sich durch den Mangel der Fühler von den anderen unterscheiden

sollte. (Rüppel und Leuckart, Neue wirbellose Thiere des rothen Meeres. Frankfurt a. M. 1828. Taf. I, Fig. 1.)

Unter Beobachtung der angegebenen Vorsicht wird jedoch eine ziemlich sichere Scheidung der Geschlechter nach den erwähnten Merkmalen möglich.

Anders verhält es sich dagegen mit den Species. Hier sind die Anhaltspunkte für die Aufstellung der Charaktere ungleich schwankender. Die wesentlichsten morphologischen Eigenschaften sind bereits für die Bildung der Geschlechter verbraucht; es bleiben also nur minder wichtige übrig. Grösse und Farbe wurden dabei in Verbindung mit den äusseren allgemeinen Gestaltverhältnissen vorzugsweise benützt. Selten wurden die Fühlerkreise benützt. Ich glaube, dass die Öffnungen an der Spitze der Fühler (siehe weiter unten *Cribrina punctata*, *Entacmaea phaeochira*) und in der Scheibe, die Papillen am Fussrande, die Form der Nesselorgane in der allgemeinen Bedeckung und in den Mesenterialfäden, die Cardiacal-Wülste etc. mit Vortheil hiezu benützt werden könnten; um so mehr, da die äussere Körperform oft proteusartig wechselt, Grösse und Farbe nach Alter, Standort, reichlicher Ernährung, Lichteinfluss, klimatischen und selbst localen Verhältnissen innerhalb einer und derselben Species oft schon ungemein variiren. So z. B. bei *Entacmaea viridis Ehr.*, bei der ich die Fühler in allen Tönen des Grün vom Lauchgrünen bis zum lichtesten Gelblichgrün und selbst bis zum Weissen wechseln gesehen habe. Die Fühlerspitzen dieser Entacmaea sind meist karminroth, doch findet man sie auch sehr dunkel violet und ganz blassrosenroth.

Es wird also eine kritische Sichtung innerhalb der einzelnen Geschlechter noch auf lange hinaus ihre grossen Schwierigkeiten haben; um so mehr, da sie nur an lebenden Thieren durchgeführt werden kann, denn ihre im Weingeist aufbewahrten Leichen unserer Museen sind bei der sorgfältigsten Präparation hiezu grösstentheils unbrauchbar, weil die abgestorbenen Thiere mit wenigen Ausnahmen schon stark contrahirt und entstellt sind, durch den Weingeist aber vollends verzerrt und entfärbt werden, so dass entfernte Species, ja selbst Thiere verschiedener Geschlechter dadurch oft zum Verwechseln ähnlich werden.

Ich habe im Sommer 1850 an den Küsten Dalmatiens eine grosse Menge Actinien beobachtet, die ich aber unter die bekannten einzureihen vermochte, bis auf drei, darunter zwei Entacmaeen und eine Cribrina. Eine vierte braune, mit glänzendschwarzen Querstreifen, die ich nur in einem Exemplare gefunden hatte, ging leider beim Wasserwechseln verloren, ehe ich sie genügend untersucht und gezeichnet hatte.

Ausserdem fand ich eine Monomyces (aus der Familie der Ocellinen), die mit der von Gravenhorst beschriebenen *Caryophyllia brevis* Vieles gemein hat, und vielleicht nur eine Varietät derselben ist.

Monomyces brevis. Kurze Einzel-Koralle.

(Syn.) Caryophyllia brevis, var. Gravenhorst. Taf. VIII, Fig. 1 und 2.

Im August und September fand ich unter anderen Korallen in Lissa mehrere Exemplare einer Sternkoralle, theils auf Steinen, theils auf Conchylien, deren Thiere abgestorben waren.

Es sind Einzelthiere, welche jungen Fungien gleichen, bei denen der Stiel noch nicht gänzlich verschwunden ist. Das gallertartig-häutige Thier ist von seinem ausgeschiedenen Kalkcylinder ganz deutlich zu unterscheiden. Dieser hat eine Höhe von 1·5 bis 9 Millimeter. Der Stern hat bei den kleineren Exemplaren einen überall gleichen Durchmesser von 1·5 bis 3 Millimeter und ist der Höhe des Thieres gleich. Der Stern der grösseren hat ungleiche Dimensionen, so dass der Rand keinen Kreis, sondern eine Ellipse bildet.

Bei einem Exemplar von 9 Millimeter Höhe beträgt die längere Axe des Sternes 8 Millimeter, die kürzere 6 Millimeter. Bei einem von 5 Millimeter Höhe beträgt die längere Axe des Sternes 5 Millimeter, die kürzere 3 Millimeter.

Der obere Theil dieser Koralle ist trichterförmig vertieft, und mit verschieden stark hervortretenden Blättern besetzt. Zwölf bis vierzehn grössere Blättchen ragen hervor; sie haben einen glatten oder nur

schwach gezähnten freien Rand. Zwischen zwei grösseren verlaufen drei oder vier kleinere Blättchen, deren freier Rand stärker gezähnt ist.

Die Aussenseite des Cylinders ist gerifft; die Riffe stehen dicht aneinander, sind schwach ausgezackt und gehen oben am Rande des Sternes in die Blättchen desselben über. Der untere Theil des Cylinders ist etwas breiter und sitzt fest auf seiner Unterlage auf. Das ganze Kalkgerüst ist weiss.

Der gallertartige Theil des Thieres sitzt nicht nur im Sterne, sondern zieht sich auch über den Cylinder herab. Er ist häutig, schleimig, in den kleineren Exemplaren von lebhaft grasgrüner, in den grösseren von einer schmutzig grünlichgrauen Farbe. Der im Stern befindliche Theil ist gefaltet; die Zahl und Art der Falten entspricht den Vertiefungen des Kalkgerüstes. In der Mitte befindet sich eine elliptische Öffnung (Mund), die sich abwechselnd erweitert und zusammen zieht. Ihr längerer Durchmesser liegt im längeren Durchmesser des Sternes. Am Mundsaume ist die Haut etwas verdickt, und mit kleinen Erhabenheiten wie mit Körnern besetzt. Tentakeln konnte ich nicht wahrnehmen. Dies ist nicht so befremdend, als es im ersten Augenblicke scheint, da auch bei einigen Milleporinen und Fungien keine Fühler wahrgenommen worden sind. Vielleicht sind die kleinen Erhöhungen von derselben morphologischen Bedeutung, aber verkümmert. Dass diese Erhabenheiten wirkliche aber eingezogene Fühler sein sollen, ist nicht wahrscheinlich, da ich die *Monomyces* von anderen Thieren abgesondert hielt, damit sie nicht beunruhiget würden. Es zeigte sich dann deutliche Bewegung; nach einiger Zeit erhob sich der obere Theil des Thieres bis an, oder etwas über den Rand des Sternes; der Mundtheil ragte am höchsten hervor; das Ganze sah dann wie eine aufgetriebene Blase aus. Zu einer Entwicklung von Fühlern kam es jedoch nie. Bei der Berührung zog sich das Thier sehr rasch in den Grund des Sternes zurück. Nachts fand ich diese Koralle leuchtend.

Gravenhorst fand zwei Exemplare einer Sternkoralle bei Triest, die mit der in Frage stehenden die grösste Ähnlichkeit haben, und nur in der Farbe einige Unterschiede wahrnehmen lassen. Der weiche gallertartige Theil der von ihm beobachteten Thiere war graulichweiss, die von mir gefundenen sind grün in verschiedenen Nuancen, wie schon oben erwähnt wurde. Gravenhorst zählte 13 längere Blätter, während die von mir beobachteten 12 bis 14 besitzen. Er nannte diese Koralle *Caryophyllia brevis* und charakterisirt sie in folgender Weise: *Caryophyllia stirpe solitaria, brevi, cylindrica, striata; stella concava centro papillosa, lamellis inaequalibus serratis. (Tergestina,* S. 147.) Es ist zu bedauern, dass er keine Abbildung beigegeben hat. Nach der Ehrenberg'schen Anordnung der Korallen (l. c. p. 77), muss diese Form zu dem Geschlechte *Monomyces* gezogen werden, als *Monomyces brevis,* die mir von der Gravenhorst'schen *Caryophyllia brevis* nicht verschieden scheint, sondern eine blosse Farben-Varietät derselben.

Fig. 1, auf Taf. VIII, stellt ein grösseres, Fig. 2 ein kleineres Exemplar dar.

Neue Formen von Actinien.

Entacmaea chromatodera n. sp. Halsband-Anemone.

(Fig. 3, 4 und 5, auf Tafel VIII.)

Entacmaea subcylindrica aut doliformis, corpore aspero, flavo-griseo, tentaculis numerosis, flavescentibus maculatis, collari bicolori (rubro et viridi), pede rubescenti.

Diese *Entacmaea* erhielt ich Ende August auf Lissa von meinem Freunde Herrn Dr. K. Langer. Ihre Grösse beträgt 2·0 bis 2·3 Centimeter. Der Körper ist cylindrisch oder tonnenförmig, von gelblichgrauer Farbe mit seichten Querrunzeln; die Haut ist rauh und theilweise mit Sand oder Conchylienstückchen bedeckt. Am obersten Theile, unter den Fühlern, befinden sich zwei schmale farbige Querbinden; die obere ist grün, die untere karminroth. Nach diesem charakteristischen farbigen Halsbande ist auch der Species-Name gebildet. Die Fusssohle ist von lichtrother schmutziger Farbe, ohne Papillen. Die Kopfscheibe gelblich, mit elliptischer Mundöffnung. Die Fühler sind zahlreich. Es lassen sich drei Kreise

unterscheiden: der innere Kreis enthält zwölf bis sechzehn Fühler, welche die Körperlänge nicht erreichen, der mittlere Kreis enthält zwanzig bis fünf und zwanzig kürzere Fühler, der dritte äussere vierzig bis fünfzig von noch geringerer Länge. Alle Fühler sind gelblich mit kleinen braunen oder röthlich-braunen Flecken und unregelmässigen Querstreifen. Sie sind ungemein contractil, und ziehen sich bei der Berührung ganz zurück; dabei wird nicht selten auch der oberste Theil des Mantels eingezogen. An ihrer Spitze werden die Öffnungen vermisst.

Diese Actinie fand sich auf Steinen am Ufer im Hafen von Lissa.

Die im Weingeist aufbewahrten Exemplare haben sich kugelich zusammengezogen. Die Farbe der Haut ist dunkler, erdbraun geworden.

Fig. 3, 4, und 5 auf Taf. VIII, stellt die *Entacmaea chromatodera* in natürlicher Grösse dar.

2. *Entacmaea phaeochira n. sp.* Braunarmige Meer-Anemone.

(Fig. 6 auf Taf. VIII.)

Entacmaea tentaculis validis, apice perforatis, bruneis; disco obscuro-viridi, radiatim et concentrico striato.

Diese *Entacmaea* gehört zu den grösseren. Ich fand Exemplare, welche bei ganz entfalteten Armen einen Durchmesser von zwei Decimetern erreichten; sie ist übrigens sehr flach.

Die Farbe des Mantels ist gelblichgrün, dieser ist der Länge nach gestreift. Der Fuss ist platt, ragt unter dem cylindrischen Theile des Körpers hervor. Oft erscheint er lappig, besonders beim Kriechen über Steine u. dgl. Die Kopfscheibe ist dunkelgrün mit concentrischen und radienartigen Streifen von gelber oder brauner Farbe. Der Mund sitzt im Centrum der Scheibe; er ist rund oder elliptisch; von seinem innern Rande gehen jederseits zwei starke Cardiacal-Wülste aus eben so vielen knotenartigen Verdickungen nach abwärts in den Verdauungsschlauch. Die Tentakel sind ausnehmend lang, chocoladebraun. Sie stehen in drei Kreisen bei jüngeren, in vieren bei den älteren Individuen. Im innern Kreise sind die längsten und dicksten, zwölf bis vierzehn an der Zahl. Die nach aussen folgenden Kreise tragen mehr aber kürzere Fühler. Vollkommen ausgewachsene Exemplare haben hundert sechzig bis hundert achtzig Tentakel. Die in ihrem Parenchym befindlichen grossen Hohlräume öffnen sich an der Spitze mit einer grossen deutlichen Öffnung nach aussen, die bei den innern Armen so bedeutend ist, dass ein Tubus mit Leichtigkeit eingeführt werden konnte. Auf einen Reiz können sich die Fühler wohl verkürzen, aber nicht vollständig in den Mantel zurückziehen.

Ich fand die braunarmige See-Anemone auf Lissa und Lesina in geringen Tiefen an Steinen festsitzend.

In Weingeist verwandeln sich ihre Farben in ein fahles schmutziges Grün.

Fig. 6 auf Taf. VIII, stellt ein Exemplar von bedeutender Grösse in der obern Ansicht dar.

3. *Cribrina punctata n. sp.* Punktirte Sieb-Anemone.

Fig. 1 und 2 auf Taf. IX.

Cribrina cylindrico conica, pallide rubescens vel brunescens; tentaculis caerulescentibus, punctis bruneis numerosis pictis, apice perforatis; disco bruneo; pede caeruleo margine papilloso.

Die Höhe dieser Anemone beträgt bis sieben, der Durchmesser des Kopftheiles mit entfalteten Fühlern bis acht Centimeter. Die Form des Leibes ist cylindrisch oder conisch, die Farbe desselben blassröthlich, röthlichgelb oder röthlichbraun; im zweiten Falle häufig mit undeutlichen braunen Längs- und Querstreifen. Der Mantel ist mit kleinen Öffnungen versehen, die jedoch viel kleiner sind als bei *Cribrina effoeta;* obwohl ich das Ausspritzen des Wassers aus denselben beobachtete, gelang es doch nicht eine Röhre hinein zu führen. An den Weingeist-Exemplaren sind sie vollends unsichtbar. Der Fuss und der unterste Theil des Cylinders sind blassblau; mit zarten rothen Streifen die am Fusse strahlenartig vom

Mittelpunkte zur Peripherie laufen. Der Rand der Fusssohle trägt kleine aber deutliche Papillen. Die Kopfscheibe ist hellbraun mit bläulichen, gelblichen oder grünlichen radienartigen Streifen; in den verschiedenen Varietäten bald die einen bald die andern vorherrschend. Um die Mundöffnung stehen zwei concentrische gelbe Kreise. Bei der Erweiterung der Mundhöhle wurden die blauen Querfalten des Magens sichtbar, manchmal selbst vorgestülpt. Die bläulichen Fühler zeigen sehr grosse Verschiedenheiten im Tone der Farben. Die braunen feinen Punkte fanden sich jedoch bei allen; die Fühler sind an ihrem ganzen Umfange damit bedeckt doch nicht in gleichen Abständen; an einzelnen Orten bilden sie grössere Flecken, so dass die Grundfarbe gänzlich verschwindet, besonders an der Basis der Fühler. Die Grundfarbe ist ein lichtes Blau oder Blaugrau. Die Tentakel sind oft durchscheinend. Dies rührt von den grossen Hohlräumen her. In diesen waren einzelne Mesenterialfäden sichtbar, sie waren spiralig aufgerollt. Der Hohlraum der Fühler öffnet sich auch hier mit deutlichen Mündungen an der Spitze nach aussen, durch welche nicht bloss der Durchtritt von Wasser, sondern auch der der Mesenterialfäden beobachtet wurde. Die Tentakel stehen in vier bis fünf Kreisen, von denen der innere bei zwölf, der äussere bei sechzig enthielt. An Grösse nehmen sie von innen nach aussen ab. Bei der Berührung verkürzen sie sich stark, ziehen sich jedoch nicht vollständig ein.

Ich fand diese Actinie im September im Hafen S. Giorgio von Lissa auf Steinen und Muschelschalen. Fig. 1 auf Tafel IX, stellt die Cribrina punctata in der oberen, Fig. 2 in der Seitenansicht dar.

Bemerkungen über die Respiration der Actinien.

Die Leibeshöhle der Actinien bietet ganz besondere Verhältnisse dar.

Zwischen den Verdauungsorganen und dem Mantel dieser Thiere befindet sich ein Hohlraum, der mit dem Darmrohre, welches unten offen ist, communicirt. Dieser Hohlraum wird durch blattartige Längsscheidewände, welche strahlenartig vom Mittelpunkte des Fusses ausgehen, in eine grosse Zahl von Kammern getheilt. Diese Kammern vereinigen sich nach abwärts unter der Verdauungshöhle, aufwärts gehen sie in die Fühlfäden über, deren Höhlungen die Fortsetzungen derselben sind und wahrscheinlich bei sehr vielen Actinien an den Fühlerspitzen mit einer Öffnung nach aussen münden. Solche Öffnungen sind von Rapp bereits angegeben worden. (Über die Polypen im Allgemeinen. und die Actinien insbesondere. Weimar 1829, S. 47.) Ausserdem von Delle Chiaje *(Bulletin des sc. naturell. tom. 17, p. 471)*, von Lesson bei Eumenides *(Duperry: Voyage autour du monde. Zoophytes, p. 82)*, von Rymer Jones bei Actinia *(General Outline of the animal kingdom. London 1841, p. 41, fig. 1)*, von Grube bei *Actinia aurantiaca*. (Actinien, Echinodermen und Würmer des adriatischen und Mittelmeeres. Königsberg 1840, S. 5.) Agassiz fand bei *Rhodactinia Davisii* die Tentakeln an der Spitze weit offen. Edinb. *new philos. Journ. 1848. Jan. Apr.*

Ehrenberg stellt die Öffnungen in Frage (a. a. O. S. 31). Siebold findet es unwahrscheinlich, dass die hohlen Tentakeln der Actinien, wie von älteren Naturforschern vielfach behauptet wurde, an ihrer Spitze geöffnet seien (Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848, S. 44). Auch Quatrefages hegt dieselbe Meinung *(Ann. des sc. nat. tom. 18, p. 96)*. Frey und Leuckart bezweifeln die Öffnungen (Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere. Braunschweig 1847, S. 6 und 7). Letztere haben das Ausspritzen von Wasser aus den Spitzen der Fühlfäden von *Actinia halsatica* beobachtet; sie erklären dieses Phänomen aber durch Berstung der Membran an der Spitze, wo der Widerstand am geringsten ist.

Der Grund in diesen differirenden Ansichten liegt nicht sowohl in fehlerhaften Beobachtungen als in falscher Induction. Weil einige Formen keine durchbohrten Tentakeln besitzen, schrieb man diesen Mangel allen übrigen zu. Der Mangel bei einigen berechtigte keineswegs zu übereilten Schlüssen und zur Negation älterer Beobachtungen. Die oft ziemlich grossen Öffnungen in der äussern Körperwandung der Cribrina sind unläugbar; wer wollte aber den Schluss daraus ziehen, dass alle Actinien Cribrinen sind?

Bei den von mir untersuchten Actinien fanden sich sehr deutliche Öffnungen an der Spitze der Fühlfäden von *Entacmaea phaeochira* und *Cribrina punctata*. Bei erster gelang es zu wiederholtem Male ein Glasröhrchen durch diese Öffnung einzuführen und Farbstoffe einzuspritzen. Bei *Cribrina punctata* kann auch kein Zweifel obwalten, denn ich beobachtete das Austreten der Mesenterialfäden mehrmal aus den Öffnungen.

Ausser den Tentakelöffnungen mündet jedoch dieses vielkammerige Wassergefäss-System auch noch durch andere Mündungen nach aussen. Dahin gehören die Öffnungen im Seitentheile des Mantels der Cribrinen; sie sind bald grösser bald kleiner; am deutlichsten in *Cribrina effoeta* im unteren Drittel der weissen Längsstreifen. Ihr Rand ist häufig mit einem Wulste umgeben. Sehr klein sind sie dagegen in *Cribrina punctata*.

Ähnliche feine Öffnungen beschreiben Frey und Leuckart an der Kopfscheibe von *Actinia halsatica* (a. a. O. S. 6). Nach älteren Beobachtern finden sich solche Öffnungen auch in der Kopfscheibe von *Gorgonia*, *Xenia* etc. Das Wasser kann daher auf vier verschiedenen Wegen in die Leibeshöhle gelangen: durch den Mund, die Öffnungen der Arme, die der Seite und der Kopfscheibe. Um das Wasser in Strömung zu setzen, sind nicht einmal besondere kräftige Bewegungen nothwendig; denn da die innere Leibeswandung mit einem Flimmer-Epithelium besetzt ist, so erzeugt schon dies eine continuirliche Strömung. Es kann aber auch eine sehr grosse Menge des in Circulation befindlichen Wassers auf andere Weise und plötzlich entleert werden: nämlich durch Zusammenziehungen des Thieres. Erfolgen diese, so tritt das Wasser durch die Seitenlöcher, die Löcher der Kopfscheibe, der Fühler in Strahlen oder durch die Mundöffnung in einem breiten Strome aus. Der verschiedene Austritt ist die Folge der verschiedenen Contractionen, je nachdem sich die Muskelscheibe des Kopfes und der Muskelschlauch des Leibes allein oder vereint zusammenziehen. Ist die Bewegung beider combinirt und hinreichend stark, so erfolgt der Wasseraustritt durch die Spitzen der Fühler. Beim Austritt durch die Seitenlöcher ist vorzüglich die Muskelscheibe des Kopfes thätig. Das Austreiben des Wassers im breiten Strome durch die Mundöffnung ist die Folge der einseitigen aber allmählich eintretenden Contraction des Muskelschlauches; erfolgt diese plötzlich, so spritzt das Wasser durch die Öffnungen der Kopfscheibe oder der Tentakel hervor. Frey und Leuckart gaben die Gründe für die letzte Erscheinung an: (a. a. O. S. 7) durch das andringende Wasser wird die untere Öffnung des Magenrohres von den freien Lappen der Cardiacalwülste verschlossen, und das Wasser muss durch die Kammern der Leibeshöhle emporsteigen. Je nachdem nun Öffnungen in der Scheibe oder den Fühlern sind, wird es in Springstrahlen austreten.

Dieses Wassergefäss-System nimmt den grössten Theil der Körperhöhle ein, und die Wassermasse, welche diese innere Hautathmung unterhält, ist eine so beträchtliche, dass nach vollständiger Entleerung derselben die Actinien auf die Hälfte und noch weniger ihres Volumens sich zusammenziehen. Die Genitalien liegen innerhalb dieses Respirationsorganes und der Verdauungscanal mündet frei hinein. Eine derartige Anordnung finden wir ausser den Anthozoen nirgends mehr im Thierreiche. Bei den Holothurien, Bonellia u. a., wo die Verdauungs- und Respirationsorgane zusammenhängen, oder bei den Rotatorien, wo die Ausführungsgänge der Geschlechts-, Athmungs- und Verdauungsorgane in eine gemeinschaftliche Kloake münden, erscheinen die Athmungsorgane von grösserer, räumlicher Beschränkung und einem anderen Bau.

Dass die Oberflächen der äusseren Haut, und vorzüglich der Fühler auch als äussere Kieme thätig sind, ist nach der Analogie mit anderen niederen Thieren sehr wahrscheinlich.

Es scheint, dass das Wassergefäss-System der Actinien und die in ihm circulirende Flüssigkeit auch noch eine zweite Bestimmung haben als zum Respiriren. In dem Wasser kommen nämlich kleine, eigenthümlich gestaltete Körperchen vor, Chyluskörperchen. Ihre Anwesenheit wird entweder als ganz untergeordnet und zufällig betrachtet, so von Siebold (a. a. O. S. 43), oder als wesentlich und nothwendig (Frey und Leuckart a. a. O. S. 7).

Für das Letzte spricht die grössere Häufigkeit, welche die genannten Forscher mit der Häufigkeit der Blutkörperchen im Blute der wirbellosen Thiere gleichstellen. Es erscheint daher das mit dem Chylus

geschwängerte Wasser nicht als blosses Respirations- sondern als Ernährungsfluidum. R. Wagner hat sich in seiner Abhandlung über die *Pelagia noctiluca* für dieselbe Deutung bei den Medusen ausgesprochen.

Der Einwurf, dass der Chylus augenblicklich mit dem zur Athmung bestimmten Wasser aus dem Körper fortgespült würde, wiederlegt sich wohl dadurch: dass der normale Wechsel der Respirationsflüssigkeit innerhalb der Leibeshöhle durch die Flimmerbewegung der inneren Haut erfolgt, die Bewegung also eine hinreichend langsame ist, so dass die Chylus-Körperchen der Aufsaugung kaum entgehen können. Dagegen sind die massenhaften Wasserausleerungen mittelst stürmischer Contractionen des ganzen Körpers die selteneren. Auch die Secretionsgebilde der Geschlechtsorgane bleiben längere Zeit im Grunde des Körpers liegen, ehe sie durch den Mund nach aussen befördert werden. Dies bestätiget die Seltenheit heftiger allgemeiner Bewegungen.

Das Wassergefäss-System der Actinien ist wohl räumlich grösser aber weniger vollkommen in seinem Bau, als das der Echinodermen; aber in der Architektonik differirend zeigt sich doch ein merkwürdiger Parallelismus in Bezug des Zusammenhanges desselben mit den Bewegungsorganen. Die Ambulacra der Echinodermen und die Fühler der Actinien sind die speciellen Bewegungsorgane; in beiden Thiergruppen sind sie in innigster Verbindung mit dem Wassergefäss-System und in ihrer Function von diesem abhängig.

Über die Mesenterialfäden der Actinien.

Hiezu Fig. 3—5 auf Taf. IX.

Die innere Körperwandung der Actinien und anderer Anthozoen ist mit einer Reihe mehr oder weniger deutlichen Längsfalten besetzt, welche sich gegen die Axe des Körpers zu ausbreiten und häutige Scheidewände darstellen; welche (wie bereits oben beschrieben wurde) die Höhle des Körpers in Kammern theilen. Nach innen verdünnt sich jede Falte zu einer zarten Haut, *Mesenterium*, das sich bis gegen die Mitte des Fusses hinabzieht und an seinem innern frei in der Leibeshöhle flottirenden Rande ein dünnes wurmförmiges Gebilde trägt. Dieser Faden ist schon mit freiem Auge sichtbar, und meist von weisser Farbe (bei *Cribrina effoeta* violett). Jeder ist isolirt, und vielfach gewunden, meist einen Knäuel bildend, mit seiner Hauptmasse am unteren Theile des Mesenteriums liegend. Diese Fäden sind die Mesenterialfäden. Das Ende liegt meist nahe am Magen, ist jedoch mit diesem nicht verwachsen, denn bei *Cribrina effoeta* sah ich die Fäden wiederholt durch die Seitenlöcher, und selbst durch den Mund heraustreten, bei *Cribrina punctata* fand ich sie häufig im Hohlraume der Tentakel und von hier durch die Öffnungen an den Spitzen hervortreten. Der heraushängende Theil schwimmt oder schwingt in scheinbar selbstständigen Bewegungen mittelst seiner Flimmercilien. Dadurch erhalten die älteren, später bezweifelten Angaben, nach welchen die Mesenterialfäden bei *Xenia, Gorgonia* etc., nicht am Magen angewachsen sind, sondern durch eigene Öffnungen der Haut zwischen den Fühlern hervortreten, eine neue Stütze.

Die Mesenterialfäden von *Cribrina effoeta* und *Cr. punctata* untersuchte ich mikroskopisch. Es sind mehrere Zoll lange cylindrische, keineswegs hohle Stränge, an denen sich deutlich drei verschiedene Gewebsschichten unterscheiden lassen.

Die äussere wird von einem äusserst zarten Epithelium gebildet, welches mit dicht stehenden Flimmerhaaren bedeckt ist.

Die zweite Schichte enthält eine grosse Menge von rundlichen Zellen mit sehr dünnen durchsichtigen Wandungen und einem feinkörnigen Zellinhalt, der bei *Cribrina effoeta* violett, bei *Cr. punctata* hellgrau gefärbt ist. Dazwischen liegen bei *Cr. punctata* zerstreut kleinere Zellen von kugelrunder Gestalt mit einem gelbröthlichen Inhalt.

Vielleicht sind es ähnliche Körperchen, wie sie Erdl bei einer Form von Actinien beschreibt (Müller's Archiv 1839, S. 306). Er beschreibt sie als linsenförmige gestielte zarthäutige Körperchen. In beiden Cribrinen finden sich ausserdem ungemein viele festhäutige wasserhelle Zellen von Cylinderform, in deren Höhlungen sich zarte Fäden befinden; es sind die Nesselkapseln. Ihr Längendurchmesser steht senkrecht auf der Axe der Mesenterialfäden. Da sie im ganzen Umfange derselben sich befinden, bekommt

die zweite Schichte ein strahlenförmiges Aussehen. Bei einem leichten Drucke sprangen die Nesselfäden aus dem Innern der Kapsel. Sie übertreffen diese drei bis viermal an Länge. An ihrem Ursprunge sind sie etwas dicker, verschmächtigen sich aber sehr bald, so dass der obere Theil, selbst bei starker Vergrösserung, nur wie ein dünnes Haar erscheint. Der untere Theil ist mit Haaren bedeckt, die bei vollständiger Entfaltung des Nesselfadens mit ihren Spitzen gegen die Nesselkapseln gerichtet sind.

Diese Nesselorgane wurden von R. Wagner entdeckt; später haben Erdl, Kölliker, Frey und Leuckart, weitere Untersuchungen angestellt. Die Grösse dieser Gebilde differirt nach den verschiedenen Species, bei *Cribrina punctata* sind sie grösser als bei *Cribrina effoeta*. Sie sind grösser als die Nesselorgane, die sich auf der Oberfläche der Fühler befinden. Besonders bei *Cribrina punctata* ist der Unterschied beträchtlich.

Die dritte Schichte ist der Axenkörper der Mesenterialfäden. Es ist ein festweicher durchsichtiger, solider farbloser Strang, an dem ich keine Structurverhältnisse wahrzunehmen im Stande war.

Über die Bedeutung und Verrichtung der Mesenterialfäden herrschen die verschiedensten Angaben.

a. Ältere Untersuchungen bezeichnen sie als Eierstöcke; so nach denen von Rapp, Cuvier, Delle Chiaje, Rymer Jones, Quatrefages. Die Eierstöcke unterscheiden sich schon durch die äussere Form und Farbe. Jene gleicht bei den Actinien einem quergefalteten Bande, diese ist gelblich oder gelblichbraun. Mikroskopisch erkennt man in den Eierstöcken zahlreiche blasige Behälter, in denen die Eikeime sichtbar sind.

b. Wagner und Owen hielten sie für Hoden.

Dieselben Criterien wie bei *a* gelten auch hier, nur mit dem Unterschiede, dass die grossen Zellen die Brutstellen der Samenfäden sind, die sich durch ihre grosse Beweglichkeit, abgesehen von der verschiedenen Gestalt, von den starren Nesselorganen auszeichnen.

c. Andere hielten sie für die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane. Diese Ansicht fand auch Kölliker nicht ganz unwahrscheinlich (Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere. Berlin 1841, S. 45). Gegen diese Ansicht spricht erstens der Umstand, dass kein Hohlraum in den Mesenterialfäden vorhanden ist, der den Samen oder die Eier durchlassen könnte, zweitens dass jeder Faden isolirt ist und mit dem Geschlechtsapparat in keiner Verbindung steht, drittens endlich finden sich die Producte der Geschlechtsorgane frei in der Leibeshöhle. Kölliker selbst stellte seine Angabe mehr als Muthmassung hin, da es ihm nicht entgangen war, dass kein Ausführungsgang vorhanden ist.

d. Milne Edwards, Teale, Erdl und R. Wagner erklärten sie für Gallengefässe.

Im ersten Augenblicke hielt ich diese Ansicht für die wahrscheinlichste; besonders schien das Vorkommen der eigenthümlichen gelbbraunen, runden Zellen in der mittleren Schichte der Mesenterialfäden von *Cribrina punctata* dafür zu sprechen. Die nähere Betrachtung stimmte mich dagegen, denn diese Zellen fand ich nur bei einer Species, dieselben sind nicht zahlreich und können eher als blosse Pigmentablagerungen angesehen werden. Die übrigen Gebilde können um so weniger als Leberzellen beansprucht werden. Eine directe Verbindung der Mesenterialfäden mit dem Magen ist nicht erwiesen und die Annahme eigener Gallengefässe kein Postulat, da die Zellschicht des Magens eine Verdauungsflüssigkeit liefert.

e. Frey und Leuckart in ihren schönen Untersuchungen über wirbellose Thiere (a. a. O. S. 18) betrachten die Mesenterialfäden als Secretionsorgane und ihre Absonderungs-Producte als einen Auswurfstoff, durch dessen Entfernung ein nothwendiges Erforderniss des Stoffwechsels erfüllt, und in der Reihe der gesammten Nutritionsprocesse das Gleichgewicht erhalten wird.

Wir wollen dieser Deutung, als einer sehr wahrscheinlichen, wenngleich sehr allgemein formulirten, nicht widersprechen, müssen aber in der ganzen Structur dieser Gebilde und in der Ähnlichkeit der einzelnen Nesselorgane mit den an den Armen angebrachten, zugleich Waffen erblicken, die unter Umständen nach aussen gekehrt theils zur Abwehr äusserer Schädlichkeiten, theils zur Abtödtung der zum Leben nothwendigen, in das Bereich der Actinien kommenden Organismen dienen mögen.

III. Über *Vermetus gigas.*

Einiges zur Entwickelungs-Geschichte des *Vermetus gigas* Bivona.

(Taf. X.)

Das Geschlecht *Vermetus* wurde zuerst von Adanson begründet. Linné und seine Nachfolger liessen es bei dem Geschlecht *Serpula.* Alle neueren Forscher haben es zu den Gasteropoden gestellt, wohin es seiner inneren Organisation nach gehört; gegenwärtig bildet es mit einigen wenigen anderen Geschlechtern die Ordnung der *Tubulibranchia* oder *Aulobranchia.* Von den übrigen Gasteropoden unterscheidet sich *Vermetus* durch die röhrenförmige Schale, welche in den ersten Lebensperioden regelmässig gewunden ist, sich aber später in eine langgestreckte unregelmässige Röhre, jener der Serpulen ähnlich, verlängert. Die Röhren sitzen auf Conchilien, Korallen, Steinen u. dgl. fest, meist mehrere colonienweise beisammen und dann häufig in einander verschlungen. Ein Umstand, der sich daraus erklärt, dass die Eier in beträchtlicher Zahl in eine gemeinschaftliche Kapsel eingeschlossen gelaicht werden und bis zur vollständigen Entwickelung der Jungen darin bleiben.

Der Fuss ist wenig entwickelt, da das Thier nicht geht und nicht schwimmt, seine Bewegungen auf ein Hervorstrecken des Vorderleibes aus dem Gehäuse und auf das Zurückziehen in dasselbe beschränkt sind. Er ist besonders kurz und vorn zu einer Art fleischigem Deckel verdichtet, manchmal mit verschiedenen Anhängen und Fortsätzen oder auch mit Stacheln besetzt; wenn das Thier sich in sein Gehäuse zurückzieht, verschliesst er den Eingang desselben und kommt dann über den Kopf zu stehen.

Der Kopftheil des *Vermetus* ist deutlich begrenzt, vorn abgestutzt, einem halben Ellipsoid nicht unähnlich. Am vorderen Theile ist die Mundöffnung in Form einer senkrecht stehenden Spalte mit wulstigem Rande. Darunter befindet sich eine scheibenartige Verdickung des Fusses mit einer kleinen Längsrinne in der Mitte. Zu beiden Seiten stehen zwei palpen- oder fühlerartige Organe. Gewöhnlich hält man sie für Theile des Fusses; ich glaube, dass es die metamorphosirten Lappen des embryonalen Velums sind. Aus den Seitentheilen des Kopfes erheben sich zwei Fühler; jeder von ihnen trägt ein Auge, doch nicht an der Spitze, sondern an der äussern Seite, nahe an der Basis der Fühler.

Vom Kopfe geht über die Rückenseite bis zum Anfange des Mantels eine kielförmige Hervorragung. Der Mantel bildet am Vorderleibe eine Art Kragen, der nach beiden Seiten sich in flügelförmige Fortsätze ausdehnt. Auf der innern Fläche des linken Lappens befinden sich die Respirations-Organe, die aus einer Reihe Kiemenblättchen bestehen. Wegen dieser Form der Kieme zog man *Vermetus* früher zu den *Pectinibranchia.* Vom rechten Lappen wird die Mündung des Mastdarmes und der Genitalien gedeckt. Man hielt den *Vermetus* früher für einen sich selbst befruchtenden Zwitter. Nach den Untersuchungen Siebold's sind die Geschlechter getrennt. Die Farbe von *Vermetus gigas* ist am Vordertheile ein schönes Scharlachroth in verschiedener Stärke, der hintere Theil ist blassroth oder selbst weiss. An den Weingeist-Exemplaren verschwindet das Roth sehr bald. Fig. 1 auf Taf. X stellt *Vermetus gigas* in natürlicher Grösse von der Seite dar, Fig. 2 den Kopftheil von vorne.

Die folgenden Beobachtungen über die Entwickelung sind weder vollständige, noch die ersten und einzigen; da sie jedoch, obwohl fragmentarisch, einiges Neue bieten und es in der Natur derartiger Beobachtungen liegt, dass erst allmählich ein klares Bild des Entwickelungsganges sich heraussellt, theile ich sie

mit. Die ersten Beobachtungen verdanken wir Philippi in Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte, 1839, 1. Bd., S. 128. Ich lasse die kurze Notiz wörtlich folgen: „Im October und November habe ich *Vermetus gigas* fast immer mit Eiern angetroffen in verschiedenen Stufen der Entwickelung. Sie sind in ovalen, flachgedrückten Hülsen eingeschlossen, die an dem einen Ende eine Spitze mit einer Öffnung haben, indem sich die Haut, welche die Hülse bildet, in einen engen Strang zusammenzieht. Die weniger entwickelten kleineren Hülsen sind fast $2'''$ lang und $1'''$ breit und enthalten etwa 20 bis 30 gelbe Eier, die bei schwacher Vergrösserung nierenförmig erscheinen, bei stärkerer dagegen schon 1 bis $1^1/_2$ Windungen einer Schale zeigen. Die grösseren Eihülsen sind beinahe das Doppelte so gross und lassen die Embryonen sehr deutlich sehen. Man erkennt eine rechts gewundene Schale von zwei Windungen und dahinter zwei schwarze Augenpunkte, die zwischen sich einen schwarzen Streifen, den Darmcanal, haben. Die Öffnung der Schale ist unten vorgezogen wie bei *Proto Defrance*. Eine genauere Untersuchung des Embryo gelang mir nicht. Die junge Schale löste sich in Essig nicht auf und scheint daher hornartiger Natur, und beim Versuche, durch Zerquetschen derselben das kleine Thierchen zu entblössen, wurde dieses jedesmal zerquetscht."

Eine zweite Reihe von Beobachtungen haben wir von Siebold. (Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere, Berlin 1848, S. 260, Anm. 4.) Er erkannte in den birnförmigen Kapseln die Jungen mit sehr entwickelten und langbewimperten Segeln und eine regelmässig gewundene Schale.

Ich fand Ende Juli 1850 in Zara mehrere Gehäuse von Vermetus auf Conchylien. Sie waren leer bis auf eines. Um das Thier zu erhalten, zerbrach ich mit vieler Vorsicht die starke Schale desselben und fand in ihrer Höhlung fünf oder sechs Eierkapseln von birnförmiger Gestalt. Fig. 3 auf Taf. X stellt eine Kapsel in natürlicher Grösse dar, Fig. 4 vergrössert. Die Laichzeit ist also eine bedeutend lange, da Philippi noch im November Eierkapseln fand. Die Farbe derselben ist gelblich, die Grösse variirt nur wenig. Die mittelbare Länge beträgt fünf Millimeter, die des Stieles zwei Millimeter. An seinem Ende befindet sich eine Öffnung ohne Klappe oder Deckel. Die Zahl der Eier beträgt dreissig bis fünfzig. Die Kapsel besteht aus zwei Hautschichten; die innere ist im Stiele der Quere nach gefaltet, als wäre der obere Theil um seine Axe gedreht. Fast alle Eier, welche ich untersuchte, waren in ihrer Entwickelung schon weit vorgeschritten; nur sehr wenige befanden sich im Stadium vor der Durchfurchung, Fig. 5 auf Taf. X; einige im Furchungsprocesse, Fig. 6, 7 und 9, andere zu Grunde gegangen oder in Zersetzung, Fig. 8. Die meisten hatten schon eine Conchylie gebildet.

Die Eier, welche noch nicht durchfurcht waren, hatten eine Grösse von beiläufig $^1/_{13}$ eines Millimeters. Es liessen sich zwei Häute unterscheiden: ein äusseres glattes Chorion, und die Dotterhaut, welche den gelblich-grauen feinkörnigen Dotter einschloss, in dem sich excentrisch das helle Keimbläschen mit einem oder mehreren kleinen Kernen befindet, Fig. 5.

In den weiter entwickelten zeigte sich der Furchungsprocess in verschiedenen Stadien, Fig. 6 und 7 bei 200facher, Fig. 9 bei 300facher Vergrösserung.

Die Versuche, die Entwickelung der nun folgenden Stadien weiter zu verfolgen, misslangen, denn die Eier gingen trotz dem häufigen Wechsel des Seewassers zu Grunde, und später fand ich keine Eierkapseln mehr. Es findet sich daher hier eine Lücke, da die übrigen Eier schon die ersten Spuren des Gehäuses zeigten. Es mangeln die Stadien, wo sich aus dem durchfurchten Dotter der (der Analogie nach wahrscheinlich infusorienartige) Embryo bildet, am vorderen Pole das Segel hervorsprosst und am hinteren sich der Hornschuh als erste Spur des Gehäuses zeigt.

Bei der Mehrzahl war die Entwickelung schon stark vorgeschritten, die Schale hatte schon Windungen; ihr älterer rückwärtiger Theil war undurchsichtig, der jüngere Vordertheil durchsichtig und mit hervorragenden Streifen von bräunlicher Farbe versehen. Der vordere Theil des Thieres flimmerte sehr lebhaft. Zuerst fiel das Segel in die Augen; es war sehr gross und durch einen tiefen Einschnitt an der vorderen Seite in zwei rundliche Lappen getheilt. Zwischen beiden ist die Mundöffnung. Das Segel besteht

aus zartwandigen Zellen mit ziemlich grossen dunkeln Kernen. Es ist am ganzen Umfange mit Flimmerhaaren besetzt, die an einzelnen Stellen von beträchtlicher Grösse sind und büschelweise bei einander stehen. Diese fielen schon bei schwachen Vergrösserungen deutlich auf. In dem Seitentheile der Segellappen sind die verhältnissmässig grossen Augen sichtbar. In einer äusseren durchsichtigen Blase zeigt sich eine reichliche Ablagerung von schwarzem Pigmente. Neben dem Auge nach innen war jederseits eine Erhöhung sichtbar, die später sehr rasch in einen lappenartigen Fortsatz (Fühlhorn) auswuchs. Im Anfange sind die Segel verhältnissmässig viel grösser, gegen das Ende der Beobachtungsperiode gleichen sie sich aus. Fast gleichzeitig wächst der Fuss und der Mantel (beide mit Wimpern besetzt), und die Partie des vorderen Theiles zwischen dem Segellappen und den Fühlern erhebt sich über die anderen Theile und zeigt die Umrisse des Kopfes; der Mund umgibt sich mit einem wulstigen Rande und der Schlundkopf ist deutlich; der vordere Theil des Darmes schimmert durch und ist mit einem Convolute kleiner, dicht aneinander gedrängter Zellen umgeben (Leber).

Bei dem Versuche, das Ganze zu pressen, um eine grössere Einsicht in die inneren Organe zu erlangen, war ich nicht viel glücklicher als Philippi, da das Meiste bis zum Unkenntlichen zerquetscht wurde; nur ein kleiner Theil des Darmes und der Lebersubstanz blieben noch kenntlich.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV.

Fig. 1. Ein grosses Exemplar von *Bonellia viridis*, das eben seinen Rüssel entwickelt; von der Bauchseite gesehen.
a. Mundspalte von zwei lippenartigen Falten umgeben,
b. Afteröffnung,
c. Stelle, welche der Insertion der beiden Borsten entspricht,
g. *Porus genitalis*,
d. Rüssel,
d'd'. seine beiden Arme.
Fig. 2. stellt die *Bonellia* im zusammengezogenen Zustande von der Rückenseite dar. Der Rüssel ist abgetragen.
Fig. 3. Darstellung der Gefässnetze aus dem Mittelstücke des Rüssels bei 100facher Vergrösserung.
a. Die Rüsselarterie auf dem Rüsselnerven *c.* liegend,
bb. die beiden Rüsselvenen,
ddd. Pigmentzellen am Rande.

Tafel V.

Fig. 1. Ein grosses Exemplar mit abgeschnittenem Rüssel. Es liegt auf der Bauchseite und ist vom Rücken geöffnet.
a. Anfang des Rüssels,
b. Schlundkopf und
c. Darmcanal; beide sind zur Seite geschoben,
d. After,
ee. die Respirations-Organe durch starke Fäden an die Leibeswandung geheftet,
f. Eierstock, mehrfach eingeschnürt, mit Eiern erfüllt,
g. kammförmiges Organ (Hoden?),
h. die beiden Stacheln ober der Mündung des Eileiters, auf einer muskulösen Unterlage.
i. Nervenstrang mit dem grossen Bauchgefässe,
k. die Muskelschichte.
Fig. 2. Ein Stück des Leberdarmes bei zweifacher Vergrösserung.
Fig. 3. Eine Partie Leberläppchen bei 30facher Vergrösserung.
Fig. 4. Ein Stück eines Leberläppchens bei 200facher Vergrösserung.
Fig. 5. Einzelne Leberzellen bei 300facher Vergrösserung.
Fig. 6. Epithelium aus dem oberen Tracte des Darmes bei 200facher Vergrösserung.
Fig. 7. Längen- und Ringfasern aus dem unteren Theile des Darmes bei 20facher Vergrösserung.
Fig. 8. Innere Schichte aus dem unteren Tracte des Darmcanales bei 200facher Vergrösserung.
Fig. 9. Längenschnitt aus der Haut bei 50facher Vergrösserung.
a. Epithelium,
b. Hautdrüsen,
c. maschenförmige Haut mit einzelnen Pigmentkörnern,
d. Längenmuskeln,
e. Quermuskeln.
Fig. 10. Eine einzelne Hautdrüse bei 200facher Vergrösserung von oben gesehen.

Fig. 11. Schematische Darstellung des Gefäss-Systemes.
r. Ringgefäss, welches den Leberdarm umgibt,
a. Rückengefäss,
b. hintere Arterie,
b'b'. die von den Respirations-Organen kommenden Gefässe, aus deren Vereinigung *b* entsteht,
c. die Arterie des oberen Tractes des Darmes,
d. die Rüsselarterie,
e. e. die Äste der Rüsselarterie, welche zu den beiden Rüssellappen gehen,
f. f. die zwei daraus hervorgehenden Venen,
g. das durch Vereinigung der beiden Rüsselvenen entstehende Bauchgefäss,
h. Gefäss, welches das Bauchgefäss mit dem Ringgefässe am Darme verbindet,
i i. die beiden zu den Respirations-Organen verlaufenden Äste des Bauchgefässes.

Tafel VI.

Fig. 1. Ein grosser Ast der Kieme bei 30facher Vergrösserung.
Fig. 2. Stark vergrössertes Ende eines Zweiges.
Fig. 3. Schematische Darstellung des Nerven-Systemes.
a, b. Der Bauchstrang mit seinen Knoten,
c. Darmnerve,
d. dessen aufsteigender,
e. dessen absteigender Ast,
f, h. Schlinge, welche die Mundöffnung umgibt,
i. Beginn des Rüsselnervens,
g, g. Ganglien.
Fig. 4. Ein Ganglion bei 200facher Vergrösserung.
Fig. 5. Einzelne Ganglienkörper von eiförmiger und birnförmiger Gestalt.
Fig. 6. Darstellung der Längen- und Quermuskeln aus dem Mittelstücke des Rüssels.
Fig. 7. Darstellung der schiefen, Längen- und Quermuskeln aus den Lappen des Rüssels bei 200facher Vergrösserung. Die Ränder sind mit Flimmerhaaren besetzt.
Fig. 8. Ein Muskelbündel bei 300facher Vergrösserung.

Tafel VII.

Fig. 1. Eierstock aus einem kleinen Exemplare.
a. Mündung.
b. freies, in die Bauchhöhle ragendes Ende, *d.* Hoden (?).
Fig. 2. Mehrfach eingeschnürter Eiersack aus einem grossen Exemplare. Bezeichnung wie in Fig. 1.
Fig. 3. Hoden (?) bei 50facher Vergrösserung.
Fig. 4. Stachel oder Borste oberhalb der Mündung des Eierstockes bei 100facher Vergrösserung.
Fig. 5. Ein Ei im ersten Stadium bei 300facher Vergrösserung.
a. Äussere Haut.
b. durchsichtige Schichte,
c. Dotterhaut,
d. Dotter,
e. Keimbläschen,
f. Keimfleck.
Fig. 6. Ein Ei im Furchungsprocesse bei 300facher Vergrösserung.
Fig. 7. Weiter vorgeschrittener Furchungsprocess.
Fig. 8. Beginn der Embryo-Bildung.
Fig. 9. Dieselbe weiter vorgeschritten.

Tafel VIII.

Fig. 1. Ein grösseres Exemplar der kurzen Einzeln-Koralle. (*Monomyces brevis*).
Fig. 2. Ein kleineres Exemplar derselben Species. Beide in natürlicher Grösse.
Fig. 3, 4 und 5. Drei Exemplare der Halsband-Anemone (*Entacmaea chromatodera*) in natürlicher Grösse.
Fig. 6. Ein grosses Exemplar der braunarmigen Anemone (*Entacmaea phaeochira*) in vollkommener Entfaltung von oben.

Tafel IX.

Fig. 1. Die punktirte Sieb-Anemone *(Cribrina punctata)* in voller Ausdehnung von oben. Aus den Öffnungen an den Fühlerspitzen sind heraushängende Mesenterialfäden sichtbar.
Fig. 2. Die punktirte Sieb-Anemone von der Seite mit etwas verkürzten Armen.
Fig. 3. Ein Stück eines Mesenterialfadens von *Cribrina punctata* bei 100facher Vergrösserung.
Fig. 4. Ein kurzes Stück desselben Mesenterialfadens bei 200facher Vergrösserung. Nach aussen liegt das Flimmer-Epithelium, darauf folgt jederseits eine Reihe von Nesselkapseln.
Fig. 5. Das Ende desselben Mesenterialfadens bei 300facher Vergrösserung unter einem leichten Drucke. Die meisten Nesselfäden haben ihre Kapseln verlassen. Einzelne Zellen mit gelben, und andere mit einem grauen körnigen Inhalte sind unversehrt geblieben.

Tafel X.

Fig. 1. *Vermetus gigas* in der Seitenansicht, aus dem Gehäuse genommen.
Fig. 2. Kopftheil von *Vermetus gigas* in der vorderen Ansicht. Beide in natürlicher Grösse.
Fig. 3. Eierkapsel von *Vermetus gigas* in natürlicher Grösse.
Fig. 4. Dieselbe vergrössert.
Fig. 5. Ein reifes Ei bei 300facher Vergrösserung.
Fig. 6, 7 und 9. Eier im Stadium der Furchung. Die zwei ersten bei 200facher, Fig. 9 bei 300facher Vergrösserung.
Fig. 8. Ein in Zersetzung begriffenes Ei.
Fig. 10 und 11. Embryonen von *Vermetus* mit schon gebildetem Gehäuse bei 100facher Vergrösserung.
Fig. 12. Vordertheil des Embryo in der oberen Ansicht.

Nachtrag

zur

thermo-aräometrischen Bierprobe.

Von

Dr. J. J. Pohl,

erstem Adjuncten am chemischen Laboratorium des k. k. polytechnischen Institutes.

Vorgelegt in der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 5. Februar 1852.

I.

Gegen die thermo-aräometrische Bierprobe[1]) wurde das Bedenken erhoben, sie gäbe keine absolut genauen Resultate, da der Alkoholgehalt der geistigen Flüssigkeiten, wegen der beim Erhitzen stattfindenden Verdampfung, um 0·2 bis 0·8 Procente zu klein ausfalle. Sollten richtige Bestimmungen mittelst dieser Probe erzielt werden, so erscheine die Einführung einer Constante zur Berechnung der Alkohol-Gewichtsprocente unerlässlich. Diese Constante bezöge sich nur auf gleiche Alkoholgehalte, wäre hingegen für verschiedene Procentgehalte ebenfalls eine Variable; der richtige Alkoholgehalt einer geistigen Flüssigkeit wäre sonach gegeben durch die Gleichung:

$$A = a + C,$$

in welcher A den richtigen Alkohol-Procentgehalt, a den unmittelbar durch die Siedepunktbestimmung gefundenen, und C die oberwähnte Constante bedeutet.

Dieser Einwurf ist so gewichtig, dass ich denselben etwas näher prüfen musste. Theoretisch richtig ist es allerdings, dass gegen Siedepunktbestimmungen alkoholhältiger Flüssigkeiten, ohne Alkohol-Gewichtsverlust, die mittelst meines Kochapparates gefundenen Werthe falsch sind. Ich habe jedoch als Fundamental-Bestimmungen zur thermo-aräometrischen Probe selbst eine Reihe von Siedepunkten mit demselben Apparate und unter gleichen Umständen ermittelt, wie bei der Ausführung der Bierprobe. Die so erhaltenen durch Alkoholverdampfung mit einem kleinen Fehler behafteten Siedepunkte wurden dann als Argumente zur Construction der Scala des Kochapparates benutzt; man muss daher bei der Ausführung der thermo-aräometrischen Probe richtige Resultate erhalten, ohne einer Abänderung oder der Einführung einer Constante zu bedürfen, da der durch Alkoholverdampfung entstehende, nahezu constante Fehler bereits bei der Construction der Scala des Kochapparates vorhanden war, und also bei der Ausführung der Bierprobe eliminirt wird. Den Beweis hierfür liefern zu gleicher Zeit

[1]) Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 2. Band, 2. Abtheilung, pag. 34.

die von mir zur Controle ausgeführten Destillations- und Abdampfproben, deren Resultate mit den mittelst meiner Bierprobe erhaltenen, bis innerhalb der unausweichlichen Fehlergrenzen übereinstimmen. Die durch Verdampfen der alkoholhältigen Flüssigkeiten bei der Siedepunktbestimmung entstehenden Fehler fallen somit bloss den Fundamental-Bestimmungen zur Last, welche nach dem gemachten Einwurf leicht Manchen als mit groben Fehlern behaftet, werthlos erscheinen dürften.

Ich versuchte daher auszumitteln, welche Grösse der gerügte Fehler eigentlich erreichen könne, wozu nur zwei Wege offen standen, entweder die beim Erhitzen verflüchtigte Flüssigkeit aufzufangen und ihren Alkoholgehalt zu ermitteln, oder die Alkoholmenge in der nach dem Kochen zurückbleibenden Flüssigkeit zu bestimmen.

Es liess sich auf eine eben so einfache als leichte Weise zeigen, dass die bei einer Siedepunktbestimmung mittelst meines Apparates verflüchtigte Flüssigkeitsmenge nicht ausreiche, um deren Alkoholgehalt mit einiger Sicherheit zu finden. Das Kochgefäss sammt Thermometer wurde nämlich auf einer Wage, die noch 0·001 Gramm Ausschlag gab, tarirt, dann mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt. wieder auf die Wage zur Ermittelung des Gewichtes der genommenen Flüssigkeit gebracht. Gleich nach erfolgter Siedepunktbestimmung wurde der zum Entweichen der Dämpfe am Kochgefässe angebrachte Ausschnitt verschlossen, der Apparat erkalten gelassen, und endlich wieder gewogen, um die Menge der verdampften Flüssigkeit zu erfahren. Mit Alkohol von 2 Gewichtsprocenten Gehalt, als der stärksten zu den Untersuchungen dienenden Flüssigkeit, erhielt ich so folgende Resultate:

Alkoholmenge vor dem Sieden.	Alkoholmenge nach dem Sieden.	Verdampfte Flüssigkeit.	Verdampfte Flüssigkeit in Procenten.
65·167 Grammen	64·455 Grammen	0·712 Grammen	1·093
65·700 „	65·020 „	0.680 „	1·035
65·020 „	64·316 „	0·704 „	1·083

Im Mittel verdampften also 0·699 Grammen gleich 1·070 Procenten von der Flüssigkeit, viel zu wenig zur genauen Auffindung des Alkoholgehaltes.

Es wurde daher die Menge des verdampften Alkohols auf die zweite angegebene Weise zu erforschen gesucht. Zu diesem Behufe ermittelte ich die Dichte der zur Prüfung verwendeten Flüssigkeit vor dem Erhitzen mittelst eines Aräometers, das noch 0·00005 sicher abschätzen liess, und wiederholte diese Dichtenbestimmung nach erfolgtem Kochen und Erkalten der Flüssigkeit, beidesmal jedoch unter Einhaltung aller bis jetzt bekannten Vorsichten beim Gebrauche des Aräometers. Die erhaltenen Resultate sind:

Vor dem Erhitzen. Dichte.	Temperatur.	Nach dem Erhitzen. Dichte.	Temperatur.	Differenz der Dichten.	Verlust in Gewichtsprocenten an Alkohol.
0·98090	16°30 C.	0·98100	16°30 C.	0·00010	0·053
0·98120	13·10	0·98135	13·20	0·00016	0·085
0·98085	13·40	0·98097	13·38	0·00012	0·064

Im Mittel beträgt also der durch die Siedepunktbestimmung verdampfte Alkohol bei einer nahezu 12procentigen Flüssigkeit 0·067 Procente. Der von mir früher gegebene Siedepunkt 90°27C. des 12procentigen Alkohols[1]) entspricht daher strenge genommen einem Alkohol von nur 11·933 Procentgehalt. Schwächere Alkohole geben, wie leicht zu begreifen ist, noch geringere Alkoholgewichtsverluste. Es ist sonach erwiesen, dass die Differenz zwischen den mittelst meines Kochapparates unmittelbar gefundenen, und den daraus durch Rechnung abgeleiteten corrigirten Siedepunkten so klein sei, dass sie als in die Reihe der Beobachtungsfehler fallend, gänzlich vernachlässiget werden kann.

[1]) Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 2. Band, 2. Abtheilung, pag. 12, Tabelle 14.

II.

Das von mir zur thermo-aräometrischen Bierprobe benutzte Sacharometer war bis jetzt nur für Zuckerlösungen brauchbar, deren Gehalt 20 Procente nicht übersteigt, es kommen aber in der Praxis Fälle vor, wo Flüssigkeiten von höherem Zucker- oder Extractgehalte geprüft werden sollen, wie dies z. B. in England bei Würzen zu Porter und Ale der Fall ist. Zur Prüfung solcher Flüssigkeiten wäre ein zweites Sacharometer nöthig, welches die Zuckerprocente von 20 bis etwa 40 enthielte. Abgesehen davon, dass wir noch keine genaue Tabelle zur Vergleichung der Dichten mit den Zuckerprocenten über 18 Procente hinaus, eben so wenig wie eine Tafel zur Reduction der Sacharometerangaben bei von dem Normale verschiedener Temperatur besitzen, ist auch der Gebrauch zweier Instrumente kostspielig und unbequem. Da es aber in der Praxis auf $\pm$ 0·1 ja selbst $\pm$ 0·2 Procente nicht ankömmt, so dürfte das im Folgenden begründete Verfahren nicht gänzlich werthlos sein, wodurch es, vorausgesetzt, dass beim Vermischen einer Zuckerlösung mit Wasser weder eine Contraction noch eine Dilatation Statt findet, und dass man eine kleine Rechnung nicht scheut, möglich wird, bloss mit einem bis zu 20 Procenten getheilten Sacharometer zuckerhältige Flüssigkeiten von 0 bis 40 Procentgehalt zu prüfen.

Es sei gegeben bei 15°C., die Dichte des Wassers hierbei gleich Eins gesetzt:

F eine zuckerhältige Flüssigkeit von höherem Zuckergehalte als 20 Procenten,

V deren Volum in Kubik-Centimetern ausgedrückt. Ferner

f eine zuckerhältige Flüssigkeit, erhalten durch Verdünnen von F mit Wasser, ebenso

v deren Volum in Kubik-Centimetern,

d ihre Dichte und

e der dem d entsprechende Zucker- oder Extractgehalt, endlich

w die dem F zur Bildung von f beigefügte Wassermenge, ebenfalls in Kubik-Centimetern.

Es soll nun gefunden werden:

D die Dichte der ursprünglichen Flüssigkeit F, und E ihr Zucker- oder Extractgehalt.

Das absolute Gewicht p der Flüssigkeit f, folgt nach Obigen aus der Gleichung

$$p = vd, \text{ es ist aber auch: } p = P + w,$$

in welcher Relation P das Gewicht der ursprünglichen Flüssigkeit F bedeutet. Daraus folgt:

$$D = \frac{vd - w}{V} \qquad \text{I.)}$$

Die Extract- oder Zuckermenge in p Theilen der Flüssigkeit f beträgt aber:

$$\frac{vde}{100} \text{ Theile,}$$

welche auch in P Theilen der ursprünglichen Flüssigkeit F enthalten sind, es ergibt sich also daraus:

$$E = \frac{vde}{P} = \frac{vde}{vd - w} \qquad \text{II.)}$$

Man sieht, dass wenn V, v und w gegeben, die Aufgabe gelöst ist; es handelt sich nur um möglichst einfache Mittel, diese Grössen zu finden. Zu diesem Behufe denke ich mir die Aräometerhülse in zwei gleiche, bekannte Raumtheile getheilt [1]). Die eine Hälfte wird mit der Flüssigkeit F, die andere mit Wasser gefüllt, gut durchgemischt und so f, zugleich aber auch V, v und w erhalten. Unter dieser Voraussetzung wird die Berechnung der verlangten Dichte und des Zuckergehaltes von F noch einfacher als früher, denn man hat statt I.):

[1]) Diese betragen für meine Hülse, jeder 85 Kubik-Centimeter, geben also zusammen das Volum von 170 Kubik-Centimetern.

$$D = 2\,d - 1. \qquad \text{III.)}$$

und statt II.):

$$E = \frac{de}{d - 0\cdot5} \qquad \text{IV.)}$$

Natürlich gelten diese Gleichungen nur bei 15° C., als der Normaltemperatur des Sacharometers, die Dichte des Wassers dabei, wie bereits erwähnt, gleich Eins gesetzt. Sollte aber die zu prüfende Flüssigkeit bei der Beobachtung eine andere als die Normaltemperatur gehabt haben, so muss dieselbe erst auf 15° C. reducirt werden, was bei gleicher Temperatur der Flüssigkeit *F* und des benutzten Wassers auf folgende Weise geschieht:

Ist die Temperatur des beobachteten Gemenges T^0, so lässt sich dieses zerlegen in

$$T^0 = 15^0 - t^0.$$

Nach erfolgter Dichtenbestimmung von *f* wird nun die corrigirte Dichte $\Delta\,d$ und der corrigirte Zuckergehalt $\Delta\,e$ mittelst der Gleichungen:

$$\Delta d = d \pm (15^0 - t^0)\,\nu,$$
$$\Delta e = e \pm (15^0 - t^0)\,\rho$$

und der folgenden Tabelle gesucht, welche die Grössen von ν und ρ für $t = 1^0$C. enthält[1]).

Dichten	ν	Zucker-procente	ρ
1·00412	0·000066	1	0·016
1·00824	0·000068	2	0·017
1·01240	0·000070	3	0·017
1·01661	0·000071	4	0·017
1·02086	0·000073	5	0.017
1·02515	0·000076	6	0·018
1·02949	0·000078	7	0·018
1·03386	0·000081	8	0·019
1·03827	0·000084	9	0·019
1·04271	0·000088	10	0·020
1·04718	0·000091	11	0·020
1·05167	0·000096	12	0·021
1·05619	0·000101	13	0·022
1·06072	0·000106	14	0·023
1·06527	0·000113	15	0·025
1·06983	0·000120	16	0·026
1·07440	0·000131	17	0·029
1·07897	0·000145	18	0·032
1·08354	0·000164	19	0·036
1 08811	0·000189	20	0·041

Hiermit sind die Werthe von *D* und *E* nach den Grössen *d* und *e* corrigirt, aber auch die übrigen Theile der Gleichungen III und IV müssen entsprechend abgeändert werden. Für unsern speciellen Fall, dass sich die Volumina der Flüssigkeiten *F* und *f* wie 1 : 2 verhalten, reducirt sich diese Correction darauf, dass statt 1 in der Gleichung III). d', die Dichte des Wassers bei T^0, jene bei 15° C. gleich der Einheit genommen, gesetzt wird. Ebenso ist diese Grösse in den Nenner der Gleichung IV einzuführen, wornach man die Gleichungen:

$$D = \Delta\,2\,d - d' \qquad \text{V.) und}$$

$$E = \frac{\Delta\,de}{\Delta d - 0\cdot5\,d'} \qquad \text{VI.)}$$

erhält. Zur leichtern Auffindung von d' dient die folgende kleine Tabelle, welcher *t*, in oberwähntem Sinn in Graden Celsius ausgedrückt, als Argument zu Grunde liegt[2]).

---

[1]) Diese Tabelle ist die Tabelle 24, pag. 22, der grösseren Abhandlung, in etwas abgeänderter Form.

[2]) Zur Berechnung dieser Tabelle wurden die Werthe der Tabelle IX in Schumacher's: „Über die Berechnung der bei Wägungen vorkommenden Reductionen. 4. Hamburg 1838," benutzt.

t	d'	t	d'
— 10	1·000822	+ 1	0·999849
— 9	1·000799	+ 2	0·999686
— 8	1·000763	+ 3	0·999511
— 7	1·000713	+ 4	0·999326
— 6	1·000650	+ 5	0·999129
— 5	1·000573	+ 6	0·998922
— 4	1·000484	+ 7	0·998704
— 3	1·000382	+ 8	0·998475
— 2	1·000267	+ 9	0·998237
— 1	1·000139	+ 10	0·997988

Die Form der zuletzt gegebenen Gleichungen für D und E zeigt, dass selbst im Falle einer vom Normale verschiedenen Temperatur, die beiläufige Berechnung der Dichte und des Extract- oder Zuckergehaltes von mehr als 20 procentigen Flüssigkeiten mit wenig Schwierigkeiten verknüpft ist.

III.

Steinheil's Vergleichstafel der Dichten mit den Procentgehalten von Rohrzuckerlösungen [1]) bezieht sich nicht auf gewöhnlichen bei 100° C. getrockneten Rohrzucker $C_{12}\,H_{11}\,O_{11} = C_{12}\,H_{10}\,O_{10},\ HO$, sondern gilt für wasserfreien Rohrzucker $C_{12}\,H_{10}\,O_{10}$, wie derselbe in den Sacharaten vorkommt. Steinheil benützt nämlich zur Bestimmung der Zuckergehalte seiner Normalflüssigkeiten die Gleichung:

$$a = \frac{C.\,(1 - w)\,100}{W + C}, \qquad \alpha.)$$

in welcher: a der gesuchte Procentgehalt,
C das Gewicht des genommenen Zuckers,
w das Gewicht des Krystallwassers (chemisch gebundenen Wassers) in Theilen der Einheit $= 0{\cdot}053$, und
W das Gewicht des genommenen destillirten Wassers ist.

Für gewöhnlichen bei 100° C. getrockneten Rohrzucker gilt jedoch zur Ermittelung des Zucker-Procentgehaltes einer Lösung die Gleichung:

$$a = \frac{100\ C^0}{W + C} \qquad \beta.)$$

Nun geben die Wägungen Steinheil's zur Bildung der Normalzuckerlösungen die Werthe:

$$W = 500003{\cdot}49; \qquad C = 40025{\cdot}79;$$
$$W' = 500003{\cdot}49; \qquad C' = 72558{\cdot}91;$$
$$W'' = 500003{\cdot}49; \qquad C'' = 115011{\cdot}76;$$
$$W''' = 500003{\cdot}49; \qquad C''' = 115062{\cdot}11;$$

woraus derselbe nach der Gleichung α):

$$a = 7{\cdot}0190;\ a' = 12{\cdot}0014;\ a'' = 17{\cdot}709 \text{ und } a''' = 17{\cdot}7158$$

ableitet, während die richtigen Werthe für die a sind:

$$a = 7{\cdot}01896;\ a' = 12{\cdot}00102;\ a'' = 17{\cdot}70934;\ a''' = 17{\cdot}71581.$$

Nach der Gleichung β) werden aber die Procentgehalte der Normallösungen höher ausfallen, da:

$$a + \Delta a = \frac{94{\cdot}7\,.\,C}{W + C} + \frac{5{\cdot}3\,.\,C}{W + C}$$

ist, es geht hiernach über:

[1]) Steinheil: Gehaltsprobe für Biere. 4. München 1847, pag. 42.

$$a = 7{\cdot}01896, \text{ in } 7{\cdot}01896 + 0{\cdot}39282 = 7{\cdot}41178.$$
$$a' = 12{\cdot}00102, \text{ in } 12{\cdot}00102 + 0{\cdot}67165 = 12{\cdot}67267.$$
$$a'' = 17{\cdot}70934, \text{ in } 17{\cdot}70934 + 0{\cdot}99130 = 18{\cdot}70064.$$
$$a''' = 17{\cdot}71581, \text{ in } 17{\cdot}71581 + 0{\cdot}99148 = 18{\cdot}70729.$$

Ähnliche Veränderungen erleiden auch die in obenerwähnter Vergleichstafel gegebenen Procentgehalte, wenn letztere für gewöhnlichen Rohrzucker $C_{12}\, H_{11}\, O_{11}$ gelten sollen, und zu deren Bestimmung man hat:

$$\Delta a = \frac{5{\cdot}3\,.\,C}{94{\cdot}7} = 0{\cdot}0559621\,.\,C.$$

Die folgende Tafel enthält die Steinheil's Zuckerprocenten entsprechenden Procente an gewöhnlichem bei 100° C. getrockneten Rohrzucker.

Steinheil's Procente an $C_{12}\, H_{10}\, O_{10}$	Entsprechende Procente an $C_{12}\, H_{11}\, O_{11}$	Differenz.	Steinheil's Procente an $C_{12}\, H_{10}\, O_{10}$	Entsprechende Procente an $C_{10}\, H_{11}\, O_{11}$	Differenz.
1	1·05597	5596	21	22·17520	5597
2	2·11193	5597	22	23·23126	5597
3	3·16790	5596	23	24·28722	5596
4	4·22386	5597	24	25·34319	5597
5	5·27983	5597	25	26·39916	5597
6	6·33580	5596	26	27·45512	5596
7	7·39176	5597	27	28·51109	5597
8	8·44773	5597	28	29·56705	5596
9	9·50370	5596	29	30·62302	5597
10	10·55966	5597	30	31·67899	5597
11	11·61563	5596	31	32·73495	5596
12	12·67159	5597	32	33·79092	5597
13	13·72756	5597	33	34·84688	5596
14	14·78353	5596	34	35·90285	5597
15	15·83949	5597	35	36·95882	5597
16	16·89546	5597	36	38·01478	5596
17	17·95143	5596	37	39·07075	5597
18	19·00739	5597	38	40·12672	5597
19	20·06336	5596	39	41·18268	5596
20	21·11932		40	42·23865	5597

Da ich zur Construction des bei der thermo-aräometrischen Bierprobe benutzten Sacharometers ebenfalls Steinheil's Fundamentbestimmungen, nur auf eine andere Normaltemperatur reducirt, zu Grunde legte, so müssen auch dieselben Correctionen an den mittelst meines Sacharometers ermittelten Procentgehalten angebracht werden, wenn man den Gehalt einer Flüssigkeit an gewöhnlichem trockenen Rohrzucker $C_{12}\, H_{11}\, O_{11}$ erfahren will.

Wie bereits erwähnt, bezieht Steinheil seine Dichten auf hypothetisch wasserfreien Rohrzucker, stellt aber natürlich seine Versuche mit Kandiszucker an, dem früheres Trocknen vorausgesetzt, die Zusammensetzung $C_{12}\, H_{11}\, O_{11}$ entspricht, und dessen Wassergehalt (chemisch gebundenes Wasser) er zu 5·3 Procent annimmt. Dies ist nicht vollkommen richtig, denn der Wassergehalt beträgt nach der Formel $C_{12}\, H_{11}\, O_{11}$ berechnet: 5·321637 Procent. Der Unterschied 0·021637 Procent zwischen dem richtigen und dem von Steinheil angenommenen Gehalte ist zwar seiner Kleinheit halber für gewöhnliche Untersuchungen gänzlich zu vernachlässigen, bei Fundamentalbestimmungen jedoch, welche bis zur 6ten und 7ten Decimale angeführt werden, ist er jedenfalls in Rechnung zu ziehen. Die anzubringende Correction an den Zuckerprocentgehalten der Normalflüssigkeiten a, ist aber:

$$\Delta' a = -\frac{0{\cdot}021637\,.\,C}{W+C},$$

wornach der verbesserte Werth von a dargestellt wird, durch

$$a + \Delta' a = \frac{94{\cdot}7\,.\,C}{W+C} - \frac{0{\cdot}021637\,.\,C}{W+C} = \frac{94{\cdot}678363\,.\,C}{W+C}.$$

In Folge dessen wird:

$$a = 7{\cdot}01896 - 0{\cdot}00161 = 7{\cdot}01735;\; a'' = 17{\cdot}70934 - 0{\cdot}00405 = 17{\cdot}70529;$$

$$a' = 12{\cdot}00102 - 0{\cdot}00274 = 11{\cdot}99828;\; a''' = 17{\cdot}71581 - 0{\cdot}00405 = 17{\cdot}71176;$$

und für die in Steinheil's Vergleichungstafel (30) enthaltenen Procentgehalte bekommt man, wenn C dieselben bedeutet,

$$\Delta' a = -\frac{0{\cdot}021637 . C}{94{\cdot}7} = -0{\cdot}0002285 . C.$$

Die Correctionen für die verschiedenen zuckerhältigen Flüssigkeiten von 1 bis 18 Procentgehalt sind also:

Procente Steinheil's	Correction in Procenten	Procente Steinheil's	Correction in Procenten
1	— 0·00023	10	— 0·00229
2	— 0·00046	11	— 0·00251
3	— 0·00069	12	— 0·00274
4	— 0·00091	13	— 0·00297
5	— 0·00114	14	— 0·00320
6	— 0·00137	15	— 0·00343
7	— 0·00160	16	— 0·00366
8	— 0·00183	17	— 0·00388
9	— 0·00206	18	— 0·00411

Steinheil führt zwar in seiner bereits citirten Abhandlung, pag. 32, die einzelnen Daten der Wägungen zur Bildung der Normal-Zuckerflüssigkeiten an, bezeichnet aber mit: „C das Gewicht des gestossenen Kandiszuckers," ohne weder an der betreffenden Stelle noch an einer anderen anzuführen, ob der verwendete Zucker früher bei 100° C. getrocknet war oder nicht. Es bleibt daher dieser Punkt zweifelhaft, und folglich sind Steinheil's Bestimmungen, vorausgesetzt, dass sie mit ein und derselben Kandiszucker-Sorte, und nahezu gleichzeitig bereitet wurden, zwar relativ richtig, können aber in Rücksicht der scharf berechneten Endresultate in der Vergleichstafel (30), mit nicht geringen absoluten Fehlern behaftet sein, da der Feuchtigkeitsgehalt des Kandiszuckers beträchtlich und eben so wenig constant ist. Leider lässt sich die Grösse des durch wahrscheinliche Unterlassung der Trocknung begangenen Fehlers nur mit wünschenswerther Genauigkeit ermitteln, wenn Steinheil in seinen Originalnotizen die hierzu nöthigen Data verzeichnet hat und dieselben bekannt gibt. Um jedoch einigermassen die Grenzen kennen zu lernen innerhalb denen die Resultate Steinheil's unrichtig sein können, habe ich einige der im Handel vorkommenden Kandiszucker-Sorten in Bezug auf ihren Gehalt an hygroskopischem Wasser so wie an Aschenbestandtheilen untersucht, gebe jedoch in der folgenden Tabelle, da die letzteren immer unter 0·01 Procent betrugen, bloss die Resultate der Feuchtigkeits-Bestimmungen. Das Trocknen wurde auf die gewöhnliche Weise im Luftbade bei 110° C. vorgenommen.

Weisser Kandiszucker	Genommene Menge	Gefundenes Wasser	Wassergehalt in Procenten.
Von J. Miller 1849.........	2·57750	0·00240	0·0931
Käuflich in Wien 1852......	3·77720	0·00480	0·1271
Aus St. Veit bei Wien 1852...	3·46592	0·00575	0·1659
Aus Hamburg 1852. I.......	4·85232	0·01675	0·3452
„ „ „ II.......	4·94140	0·02380	0·4829
Von Mack. Colonial. I.......	2·92520	0·00270	0·0923
„ „ „ II.......	3·37050	0·00440	0·1305
Aus Prag 1852............	5·97900	0·01750	0·2927
„ Laibach 1852..........	2·43750	0·01330	0·5456

Es schwankt also der Feuchtigkeitsgehalt der untersuchten Kandiszucker-Sorten zwischen 0·0923 und 0·5456 und beträgt im Mittel 0·25344 Procent.

Sind Steinheil's Normal-Zuckerlösungen mit bei 100° C. getrocknetem Zucker bereitet, so ist weder an ihnen noch an den mittelst denselben erhaltenen Resultaten eine weitere Correction anzubringen; während wenn das Trocknen unterlassen würde, eine grössere oder kleinere Correction nöthig ist. Bei Zugrundelegung des eben gefundenen mittleren Feuchtigkeitsgehaltes des Kandiszuckers 0·25344 Procent, wird Steinheil's:

$$a = 7{\cdot}01896 - 0{\cdot}01878 = 7{\cdot}00018; \quad a'' = 17{\cdot}70934 - 0{\cdot}04739 = 17{\cdot}66195$$
$$a' = 12{\cdot}00162 - 0{\cdot}03211 = 11{\cdot}96891; \quad a''' = 17{\cdot}71581 - 0{\cdot}04740 = 17{\cdot}66841$$

da man hat:

$$a + \Delta'' a = \frac{94{\cdot}7\,.\,C}{W+C} - \frac{0{\cdot}2534\,.\,C.}{W+C} = \frac{94{\cdot}4466.\,C}{W+C}.$$

Zur Correction der in der mehrfach erwähnten Vergleichstafel (30), gegebenen Procentgehalte wird hingegen:

$$\Delta'' a = -\frac{0{\cdot}2534\,.\,C}{94{\cdot}7} = -\,0{\cdot}002676\,.\,C.$$

Die an den Procentgehalten anzubringenden Correctionen sind sonach:

Procente Steinheil's	Correction in Procenten	Procente Steinheil's	Correction in Procenten
1	— 0·00268	10	— 0·02676
2	— 0·00535	11	— 0·02943
3	— 0·00803	12	— 0·03211
4	— 0·01070	13	— 0·03479
5	— 0·01338	14	— 0·03746
6	— 0·01605	15	— 0·04014
7	— 0·01875	16	— 0·04282
8	— 0·02140	17	— 0·04550
9	— 0·02408	18	— 0·04817

Nach dem Vorhergehenden ist also an Steinheil's Werthen für a, bei dessen Normalzuckerlösungen, vorausgesetzt, dass dieselben für Rohrzucker $C_{12}\,H_{11}\,O_{11}$ gelten sollen, und unter der Voraussetzung, dass der genommene Kandiszucker vor seiner Anwendung bei 100° C. getrocknet war, die Totalcorrection anzubringen:

$$\mathbf{\Delta} a = \Delta a + \Delta' a = \frac{5{\cdot}3\,.\,C}{W+C} - \frac{0{\cdot}021637\,.\,C}{W+C} = \frac{5{\cdot}278363\,.\,C}{W+C}, \quad \text{I.)}$$

während, wenn der benützte Kandiszucker feucht gewesen wäre und wenn der oben gefundene mittlere Feuchtigkeitsgehalt zu Grunde gelegt wird, der wahrscheinliche Werth der an Steinheil's Procentgehalten anzubringenden Correction dargestellt wird durch:

$$\mathbf{\Delta} a = \Delta a + \Delta' a + \Delta'' a = \frac{5{\cdot}3\,.\,C}{W+C} - \frac{0{\cdot}021637\,.\,C}{W+C} - \frac{0{\cdot}253444\,.\,C}{W+C} = \frac{5{\cdot}024919\,.\,C}{W+C}, \quad \text{II.)}$$

in welchen Gleichungen zur Auffindung der entsprechenden Correction für a', a'' und a''', nur die betreffenden Werthe von C', W'; C'', W'' und C''', W''' zu substituiren sind. Es wird somit der Werth für:

a, statt Steinheil's: 7·0190, jetzt für trockenen Zucker zur Bildung der Normalflüssigkeit = 7·41017, und für feuchten Zucker = 7·39139.

a', statt: 12·0014, für trockenen Zucker = 12·66992; und für feuchten Zucker = 12·63781.

a'', statt: 17·7090, für trockenen Zucker = 18·69659; und für feuchten Zucker = 18·64920.

a''', statt: 17·7158, jetzt für trockenen Zucker = 18·70324; und für feuchten Zucker = 18·65584.

Für die Correctionen der Procentgehalte in Steinheil's Vergleichungstafel der Dichten mit den Zuckerprocenten (30), bestehen aber im eben erwähnten Sinne die Gleichungen:

$$\Delta a = \frac{(5{\cdot}3 - 0{\cdot}021637)\,C}{94{\cdot}7} = \frac{5{\cdot}278363\,.\,C}{94{\cdot}7} = 0{\cdot}0557377\,.\,C. \qquad \text{III.)}$$

und

$$\Delta a = \frac{(5{\cdot}3 - 0{\cdot}021637 - 0{\cdot}253444)\,C}{94{\cdot}7} = \frac{5{\cdot}024914\,.\,C}{94{\cdot}7} = 0{\cdot}0530619\,.\,C. \qquad \text{IV.)}$$

Die folgende Tafel gibt die unmittelbar von Steinheil angeführten, so wie die von mir auf die Normal-Temperatur 15° C. reducirten Vergleichungen der Dichten mit den Zucker-Procentgehalten, nebstdem die letzteren corrigirt unter den Voraussetzungen, dass der verwendete Zucker sowohl trocken als feucht war, und in diesem Falle 0·253 Procent Wasser enthielt.

Steinheil's Dichten bei 15°5 C.	Dichten bei 15°C.	Zucker-procente Steinheil's	Corrigirte Procente bezogen auf getrockneten Zucker	Corrigirte Procente bezogen auf feuchten Zucker
1·004066	1·00412	1	1·05574	1·05306
1·008182	1·00824	2	2·11147	2·10612
1·012345	1·01240	3	3·16721	3·15918
1·016554	1·01661	4	4·22295	4·21225
1·020807	1·02086	5	5·27869	5·26531
1·025100	1·02515	6	6·33443	6·31838
1·029434	1·02949	7	7·39016	7·37143
1·033807	1·03386	8	8·44590	8·42450
1·038214	1·03827	9	9·50164	9·47756
1·042652	1·04271	10	10·55737	10·53061
1·047123	1·04718	11	11·61312	11·58369
1·051618	1·05167	12	12·66885	12·63674
1·056133	1·05619	13	13·72459	13 68980
1·060669	1·06072	14	14·78033	14·74287
1·065214	1·06527	15	15·83606	15·79592
1·069778	1·06983	16	16·89180	16·84898
1·074343	1·07440	17	17·94755	17·90205
1·078913	1·07897	18	19·00328	18·95511

Es sind nun die Dichten zu berechnen, welche bei 15°5 C., nach Anbringung der eben gegebenen Correctionen an den Werthen der a Steinheil's, den ganzen Zuckergewichtsprocenten entsprechen, wobei jedoch die Dichte des Wassers für diese Normaltemperatur gleich Eins gelten soll. Hierzu dient die Gleichung

$$\delta - 1 = \frac{p\,(D-1)}{P} \qquad \alpha)$$

in welcher δ die Dichte der Zuckerlösung vom Gehalte a, bei 15°5 C., gegen Wasser von grösster Dichte gleich Eins, p das Gewicht um das bei der Dichtenbestimmung die von Steinheil benutzte Krystallkugel in der dichteren Flüssigkeit leichter ist als im Wasser, P das Gewicht der Krystallkugel im Wasser = 73751·40 Milligrammen und D deren Dichte = 2·650963, bedeutet.

Die von Steinheil gerechneten p, den verschiedenen Zuckergehalten seinen Flüssigkeiten a, zukommend sind bei 15°5 C.:

$$p = 1318{\cdot}18;\; p' = 2304{\cdot}99;\; p'' = 3465{\cdot}20.$$

Die corrigirten Werthe von a hingegen:

$$a = 7{\cdot}39139;\; a' = 12{\cdot}63791;\; a'' = 18{\cdot}64920;$$

für gewöhnlichen Rohrzucker $C_{12}\ H_{11}\ O_{11}$, unter der Annahme, dass der zu den Fundamental-Bestimmungen benützte den erwähnten Gehalt an hygroskopischem Wasser besass[1]).

Vor Allem sind die Werthe von p zu bestimmen, welche den ganzen Zuckergewichtsprocenten a entsprechen und zur Ableitung einer Berechnungsformel dafür dienen die Bedingungs-Gleichungen:

$$7{\cdot}39139 = Ap + Bp^2 + Cp^3$$
$$12{\cdot}63781 = Ap' + Bp'^2 + Cp'^3$$
$$18{\cdot}64920 = Ap'' + Bp''^2 + Cp''^3$$

aus welchen die Coëfficienten:

$$A = +\ 0{\cdot}0058289.$$
$$B = -\ 0{\cdot}000000192172.$$
$$C = +\ 0{\cdot}000000000018238$$

folgen. Setzt man, der Bequemlichkeit halber, in die erste der letzten Bedingungs-Gleichungen die Logarithmen der Coëfficienten von A, B und C ein, so wird der Zusammenhang zwischen Zuckergewichtsprocenten a und den p für 15°5 C. des Wassers und Zuckerwassers, strenge dargestellt durch die Gleichung:

$$a = p\ .\ (0{\cdot}7655866-3) - p^2\ .\ (0{\cdot}2836901-7) + p^3\ .\ (0{\cdot}2609725-11),$$

woraus für die Werthe $a = 1,\ 2,\ 3,\ 4\ \ldots\ldots\ 20$, folgende der p sich ableiten lassen:

a	p in Milligrammen	Differenz	a	p in Milligrammen	Differenz
0	0·0	172·5	10	1804·6	188·8
1	172·5	174·5	11	1993·4	189·9
2	347·0	176·3	12	2183·3	190·9
3	523·3	178·1	13	2374·2	191·9
4	701·4	179·9	14	2566·1	192·5
5	881·3	181·5	15	2758·6	193·1
6	1062·8	183·2	16	2951·7	193·6
7	1246·0	184·8	17	3145·3	193·9
8	1430·8	186·2	18	3339·2	193·9
9	1617·0	187·6	19	3533·1	194·1
10	1804·6		20	3727·2	

Diese Werthe der p in der Gleichung (α) substituirt, würden die den a zukommenden Dichten der Zuckerlösungen von 15°5 C., bezogen auf Wasser von grösster Dichte gleich Eins liefern. Hier soll aber die Dichte des Wassers bei 15°5 C. gleich Eins gelten die Gleichung (α) ist daher zu transformiren in:

$$\delta - 1 = p\ .\ 0{\cdot}000022394\ ^{2)}$$

oder nach Einsetzung des entsprechenden Logarithmen zur bequemeren Rechnung

$$\delta - 1 = p\ .\ (0{\cdot}3501317-5). \qquad \beta.)$$

Aus dieser letzten Gleichung ergibt sich endlich folgender Zusammenhang zwischen Dichten und Zuckergewichtsprocenten bei 15°5 C., bezogen auf gewöhnlichen Rohrzucker $C_{12}\ H_{11}\ O_{11}$, unter der Annahme, dass der von Steinheil benützte Zucker 0·253 Procent hygroskopisches Wasser enthielt.

---

[1]) Bei meinen Versuchen, die Werthe der p aus den Fundamental-Wägungen Steinheil's, pag. 36 seiner Abhandlung, abzuleiten, erhielt ich niemals genau dieselben Werthe wie die angeführten. Die letzteren können aber unmöglich mit Druckfehlern behaftet sein, da zu wiederholten Malen die gleichen Zahlen für die p in Rechnung gezogen werden. Da kein Grund vorhanden ist anzunehmen, dass die Berechnung dieser Werthe nur annähernd geschah, so scheinen diese Differenzen davon herzurühren, dass sich in Tabelle pag. 36, kleine Druckfehler einschlichen.

[2]) Die Bildung des Coëfficienten von p, ist, pag. 18 meiner Abhandlung „Über die Siedepunkte etc.," auseinandergesetzt.

Zucker-procente	Dichten bei 15°5 C.	Differenz	Zucker-procente	Dichten bei 15°5 C.	Differenz
0	1·000000	3863	10	1·040412	4228
1	1·003863	3908	11	1·044640	4253
2	1·007771	3948	12	1·048893	4277
3	1·011719	3988	13	1·053170	4295
4	1·015707	4027	14	1·057465	4311
5	1·019734	4066	15	1·061776	4324
6	1·023800	4100	16	1·066100	4336
7	1·027903	4138	17	1·070436	4342
8	1·032041	4170	18	1·074778	4342
9	1·036211	4201	19	1·079120	4347
10	1·040412		20	1·083467	

Vergleicht man diese Dichten mit den für gleiche Procentgehalte von Balling ermittelten, nachdem letztere ebenfalls auf die Normaltemperatur 15°5 C. reducirt sind, so zeigen sich folgende Unterschiede:

Zucker-procente	Neu berechnete Dichten	Balling's Dichten	Differenz
0	1·000000	1·00000	0·000000
1	1·003863	1·00438	— 0·000517
2	1·007771	1·00839	— 0·000628
3	1·011719	1 01239	— 0·000671
4	1·015707	1·01639	— 0·000683
5	1·019734	1·02040	— 0·000666
6	1·023800	1·02441	— 0·000610
7	1·027903	1·02851	— 0·000607
8	1·032041	1·03261	— 0·000569
9	1·036211	1·03673	— 0·000519
10	1·040412	1·04083	— 0·000418
11	1·044640	1·04504	— 0·000400
12	1·048893	1·04925	— 0·000357
13	1·053170	1·05346	— 0·000390
14	1·057465	1·05767	— 0·000205
15	1·061776	1·06188	— 0·000104
16	1·066100	1·06621	— 0·000110
17	1·070436	1·07054	— 0·000104
18	1·074778	1·07496	— 0·000182
19	1·079120	1·07940	— 0·000280
20	1·083467	1·08384	— 0·000373

Es erscheinen sonach die corrigirten Dichten Steinheil's durchgehends kleiner als die für gleiche Zuckergehalte von Balling gegebenen, der grösste Unterschied findet bei $a = 4$ Statt und beträgt 0·171 Procent, der kleinste Unterschied hingegen bei $a = 17$, der 0·024 Procent gleich kommt.

Wäre Steinheil's Zucker zur Bildung der Normallösungen trocken gewesen, so müssten die Werthe der p alle kleiner ausfallen. Es wird nämlich in diesem Falle:

$$a = 7{\cdot}41017;\quad a' = 12{\cdot}66992;\quad a'' = 18{\cdot}69659,$$
$$p = 1318{\cdot}18;\quad p' = 2304{\cdot}99;\quad a'' = 3465{\cdot}20,$$

wornach wie oben die Coëfficienten von A, B und C folgen zu

$$A = +\,0{\cdot}0058437$$
$$B = -\,0{\cdot}000000192654$$
$$C = +\,0{\cdot}000000000018285.$$

Nach Einsetzung der entsprechenden Logarithmen besteht also zur Berechnung der p die Gleichung:

$$a = p\,.\,(0{\cdot}7666879-3) - p^2\,(0{\cdot}2847780-7) + p^3\,(0{\cdot}2620938-11),$$

womit man nachstehende Werthe von p für ganze Zuckerprocente a, erhält:

a	p in Milligrammen	Differenz	a	p in Milligrammen	Differenz
0	0·0		10	1799·8	
1	172·1	172·1	11	1988·1	189·3
2	346·1	174·0	12	2177·5	189·4
3	521·9	175·8	13	2367·9	190·4
4	699·6	177·7	14	2559·2	191·3
5	879·0	179·4	15	2751·3	192·1
6	1060·1	181·1	16	2943·8	192·5
7	1242·8	182·7	17	3136·9	193·1
8	1427·0	184·2	18	3330·3	193·4
9	1612·7	185·7	19	3523·8	193·5
10	1799·8	187·1	20	3717·4	193·6

Die den ganzen Zuckerprocenten entsprechenden Dichten, vollkommen trockenen Rohrzucker $C_{12}\ H_{11}\ O_{11}$ bei Steinheil's Versuchen vorausgesetzt, für die Normaltemperatur 15°5 C. findet man mittelst der eben gerechneten p, auf gleiche Weise wie früher. Ich halte es für unnöthig noch eine besondere Tabelle hiefür zu rechnen, da dieses mit keinen Schwierigkeiten verknüpft von Jedem selbst geschehen kann, die auf diese Weise erhaltenen Relationen von denen Balling's mehr differiren würden als die vorher berechneten, und da es endlich höchst wahrscheinlich ist, dass Steinheil nicht bei 100° C. getrockneten Rohrzucker verwendete.

Reducirt man zuletzt die neu berechneten Dichten von 15°5, auf die Normaltemperatur 15°0 C. durch Anbringung einer Correction, welche eine Function der Dichte des Wassers und jener der Zuckerlösung ist, so wird:

Zucker-procente	Dichte bei 15° C.	Differenz	Zucker-procente	Dichte bei 15° C.	Differenz
0	1·000000		10	1·040444	
1	1·003883	3883	11	1·044674	4230
2	1·007792	3909	12	1·048930	4256
3	1·011740	3948	13	1·053210	4280
4	1·015730	3990	14	1·057508	4298
5	1·019758	4028	15	1·061822	4314
6	1·023826	4068	16	1·066150	4328
7	1·027930	4104	17	1·070491	4341
8	1·032070	4140	18	1·074841	4350
9	1·036241	4171	19	1·079193	4352
10	1·040444	4203	20	1·083552	4359

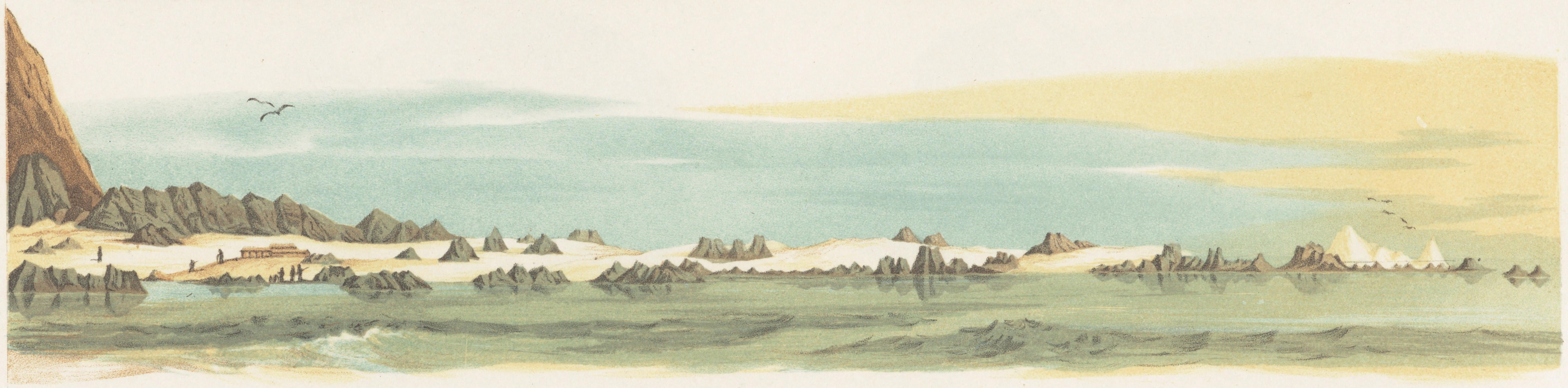
Die in letzter Tabelle gegebenen Relationen sind daher der Construction von Sacharometern zu Grunde zu legen, welche für die Normaltemperatur 15° C. gelten, und auf Steinheil's Fundamentalbestimmungen basirt sein sollen, wenn man an diesen Instrumenten direct den Gehalt einer Flüssigkeit an trockenem gewöhnlichen Rohrzucker $C_{12}\ H_{11}\ O_{11}$ ablesen will.

Bibra: Die Algodon-Bay in Bolivien. Taf. I.

Lith. u. in Farben gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften
MATH. NATURW. CLASSE IV. BAND.

BLANK PAGE



Lith. u. in Farben gedr. in d. k. k. Hof u. Staats Druckerei.

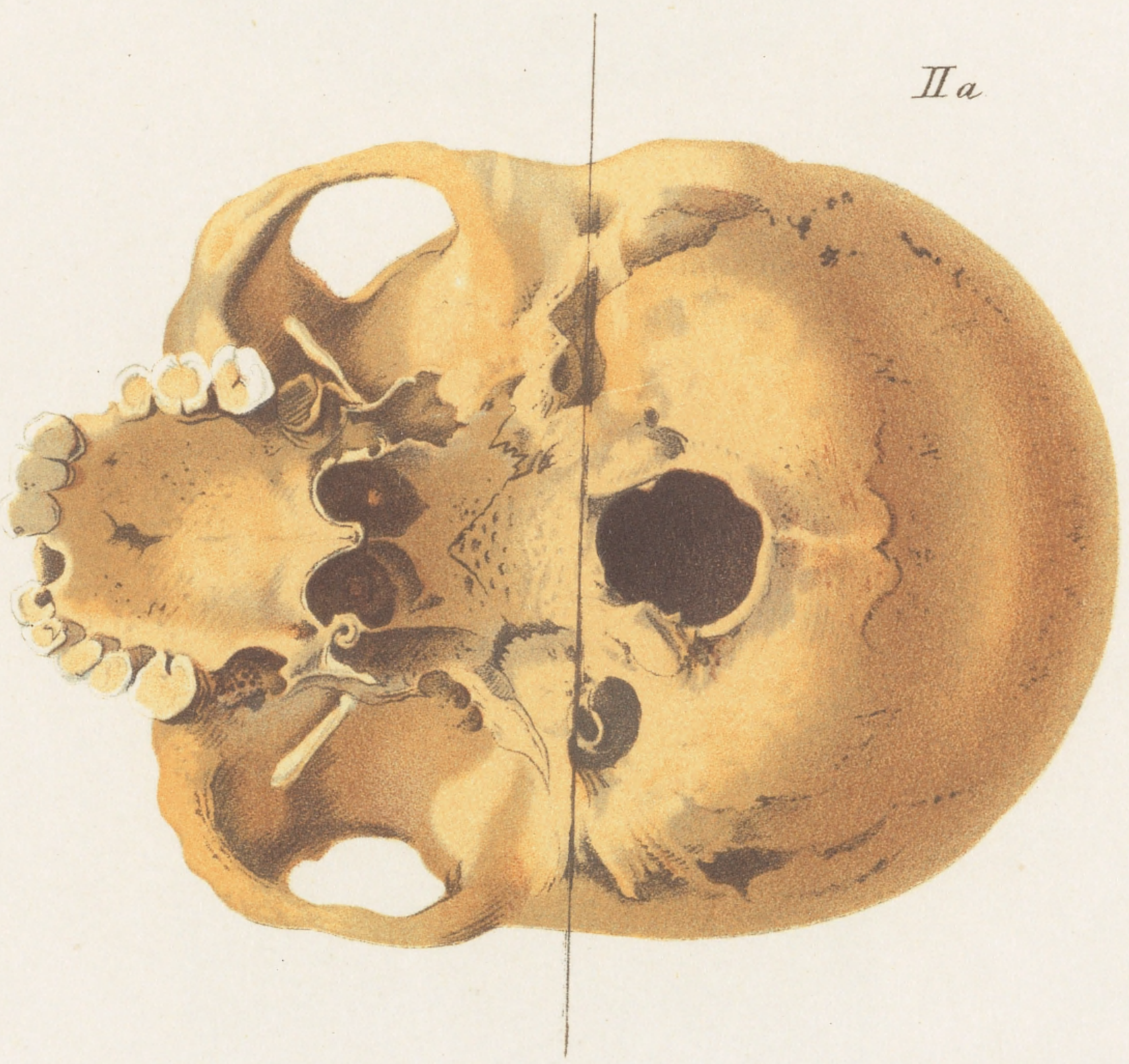
Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften
MATH. NATURW. CLASSE IV. BAND.

BLANK PAGE

II.

I.

IIa



Ia

Lith. u. in Farben gedr. in d. k. k. Hof-u. Staats-Druckerei.

BLANK
PAGE

Fig. 1.

Fig. 2.

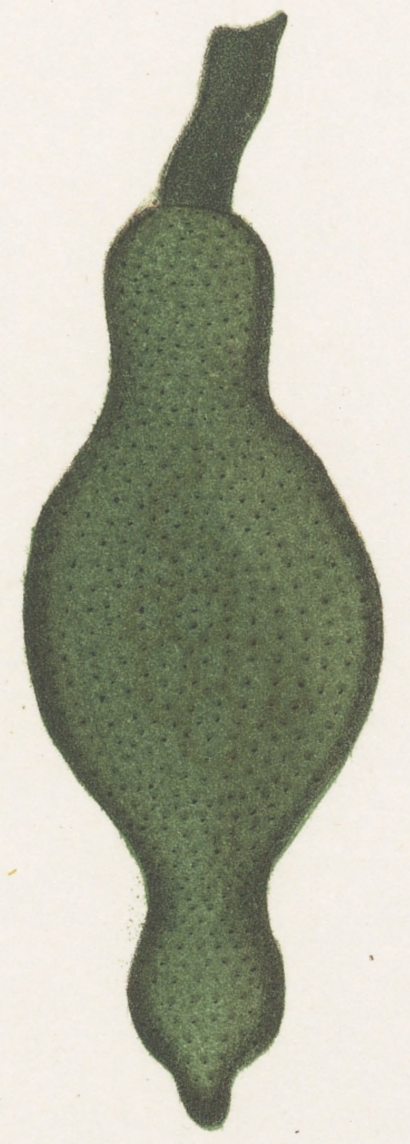
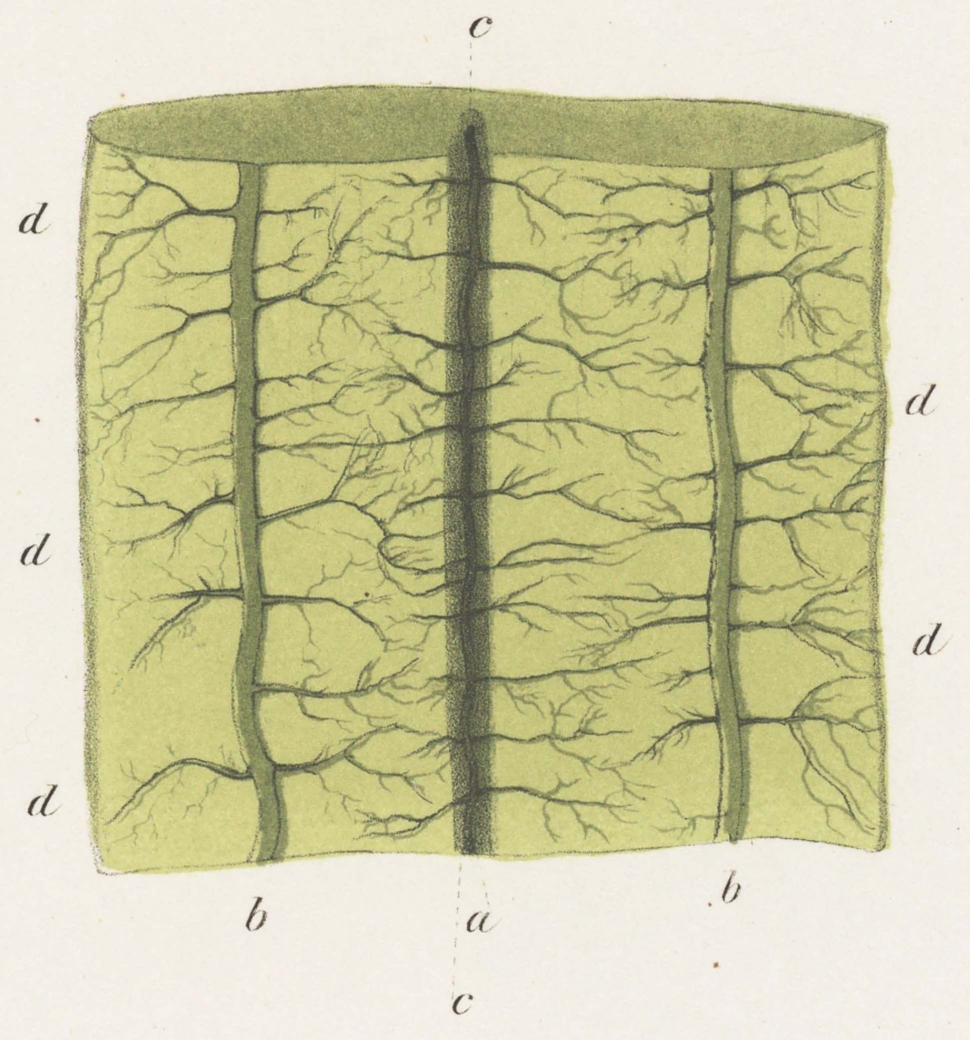


Fig. 3.



Bonellia viridis.

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.
Lith. u. in Farben gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK
PAGE

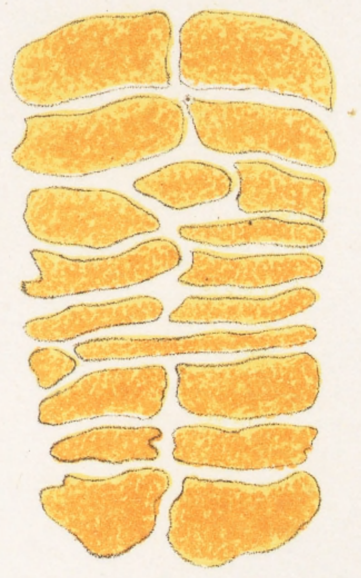


Fig. 3.

Fig 5.

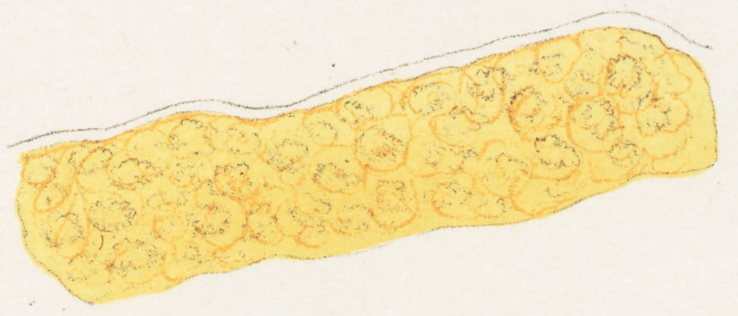


Fig. 4.

Fig. 6.

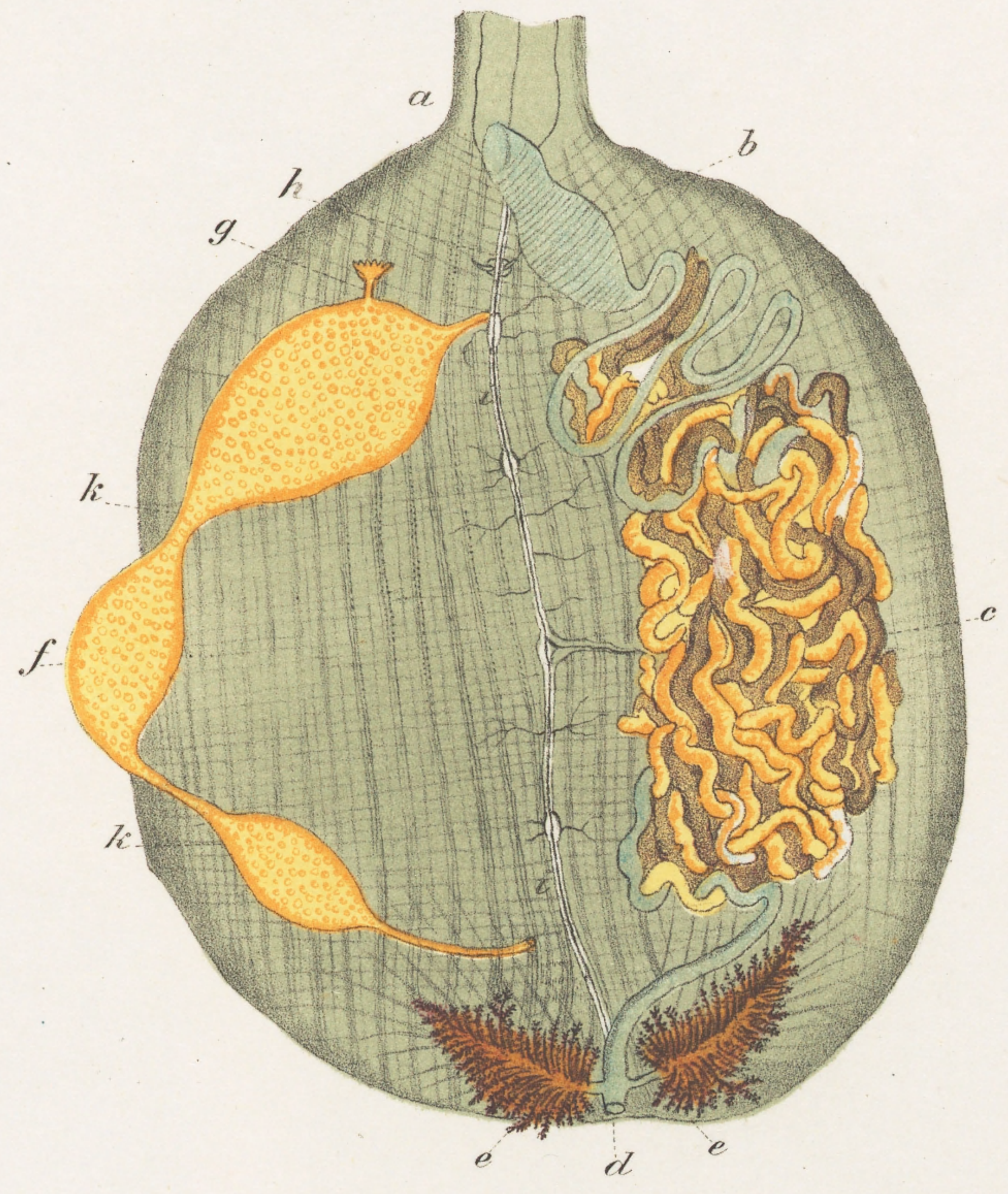


Fig. 1.

Fig 2.

Fig. 8.

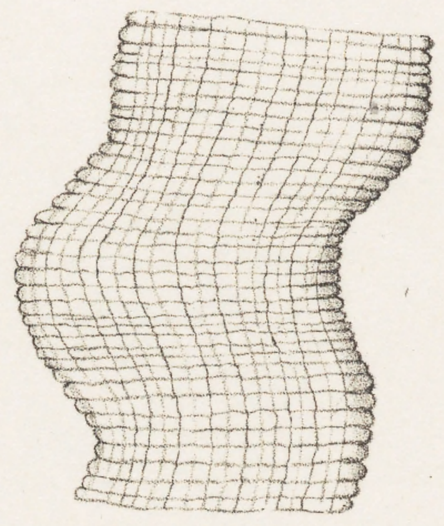


Fig. 7.

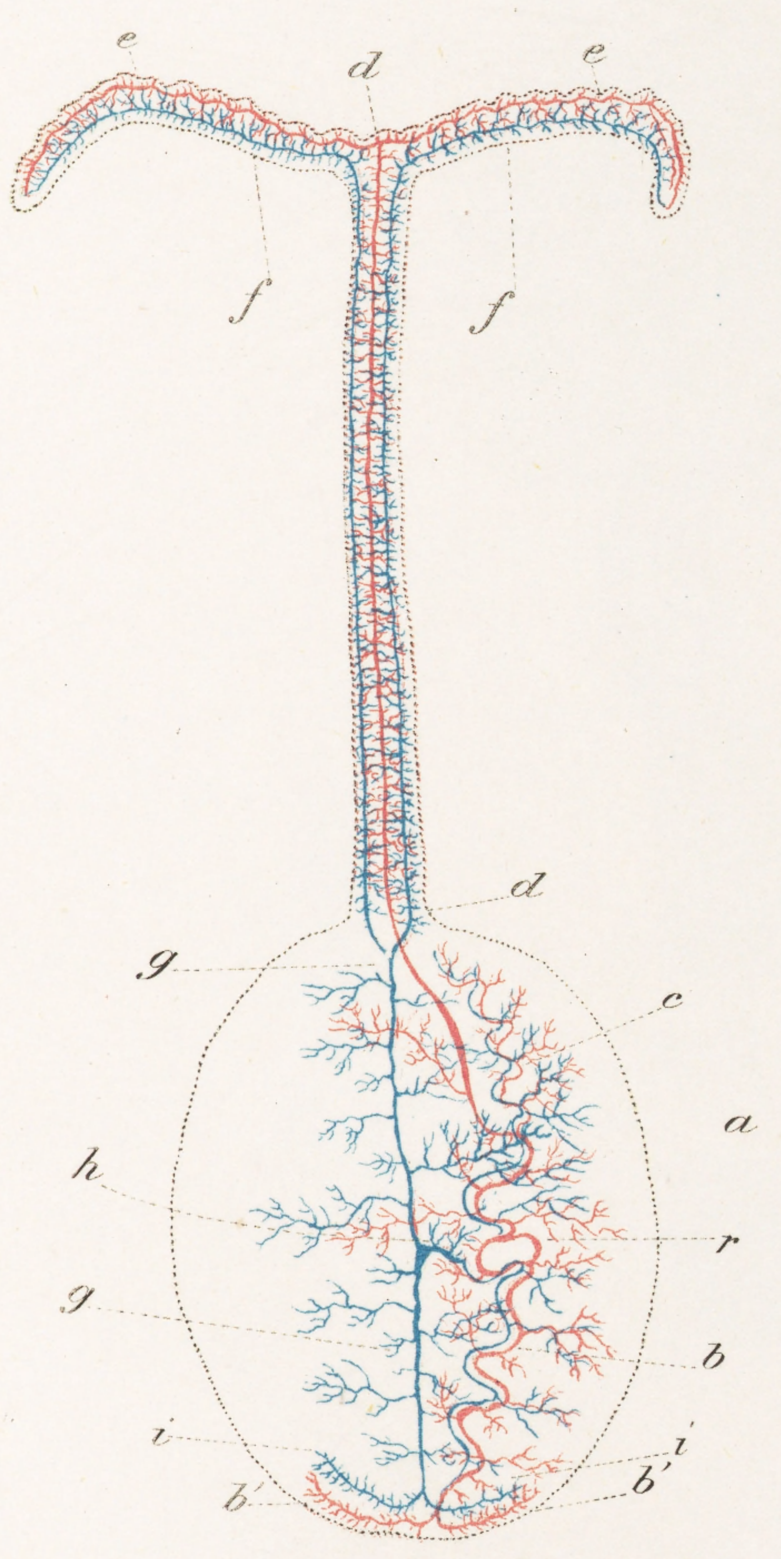


Fig. 11.

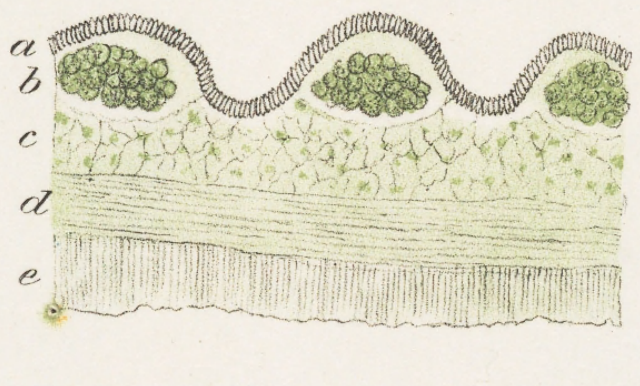


Fig. 9.

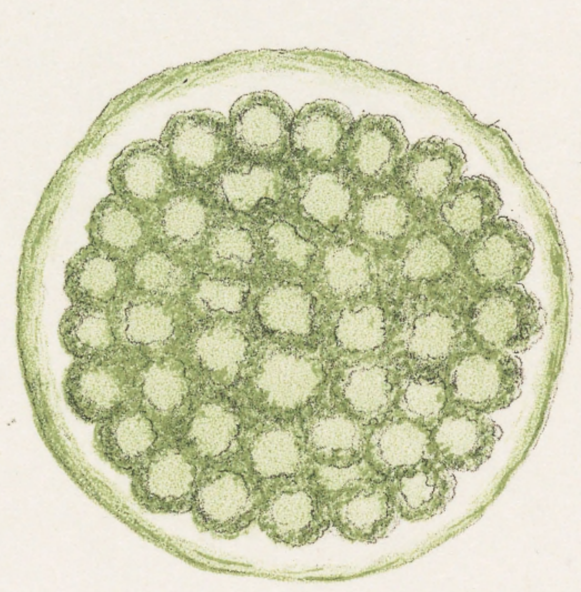


Fig. 10.

Bonellia viridis.

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.
Lith. u. in Farben gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei

BLANK

PAGE

Bonellia viridis.

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Lith. u. in Farben gedr. in d. k.k. Hof- u. Staats-Druckerei

BLANK
PAGE

Fig. 1.

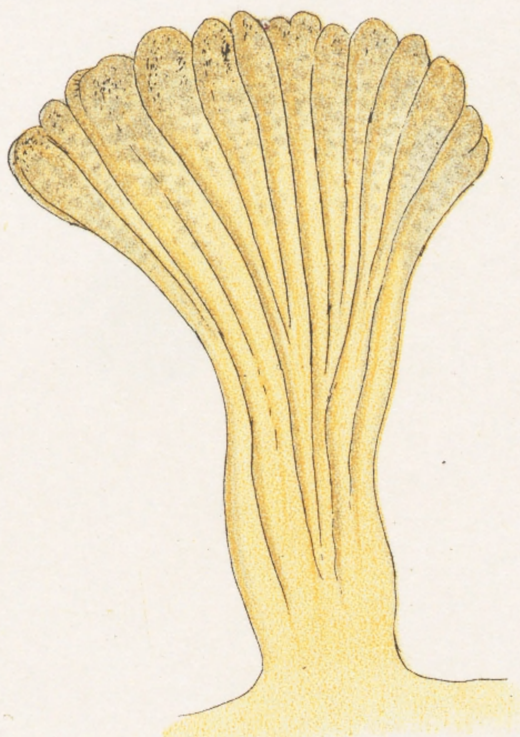


Fig. 3.

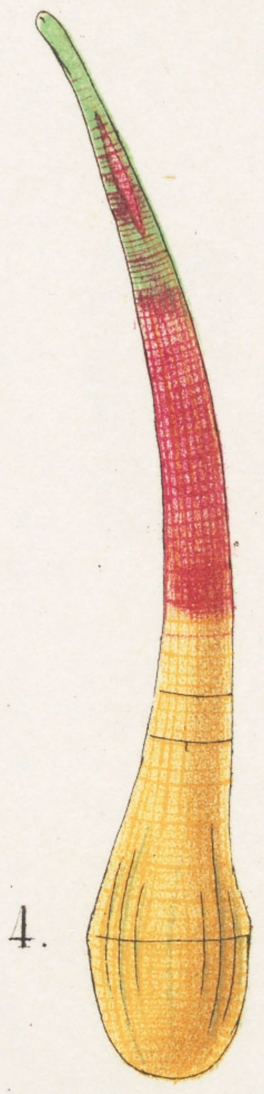


Fig. 4.

Fig. 2.

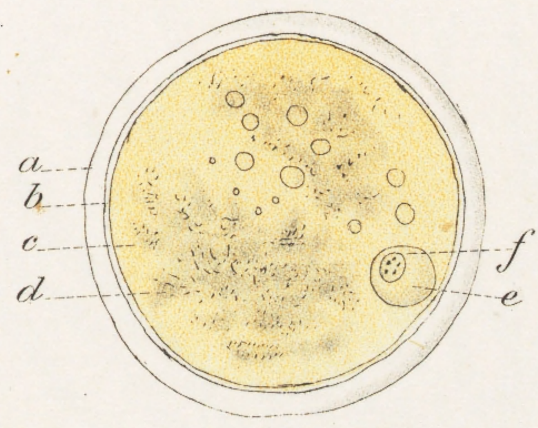


Fig. 5.

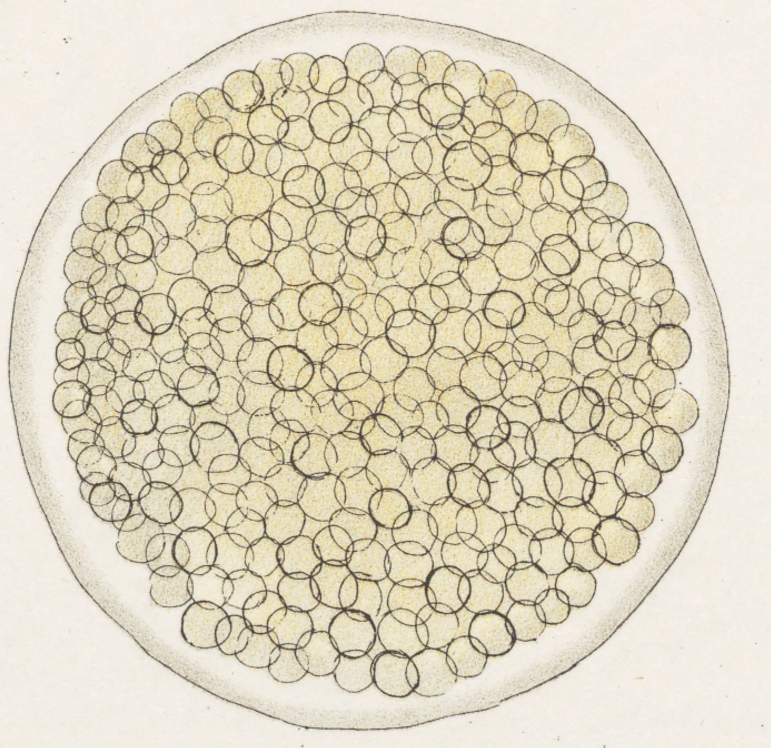


Fig. 7.

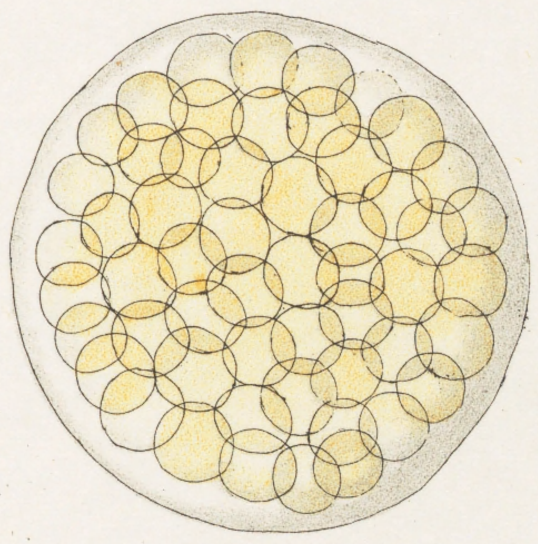


Fig. 6.

Fig 8.

Fig. 9.

Bonellia viridis.

Lith. u. m. Farben gedr. in d. k.k. Hof-u. Staats Druckerei

BLANK PAGE

Fig. 1.

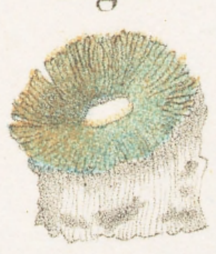


Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 3.

Fig. 6.

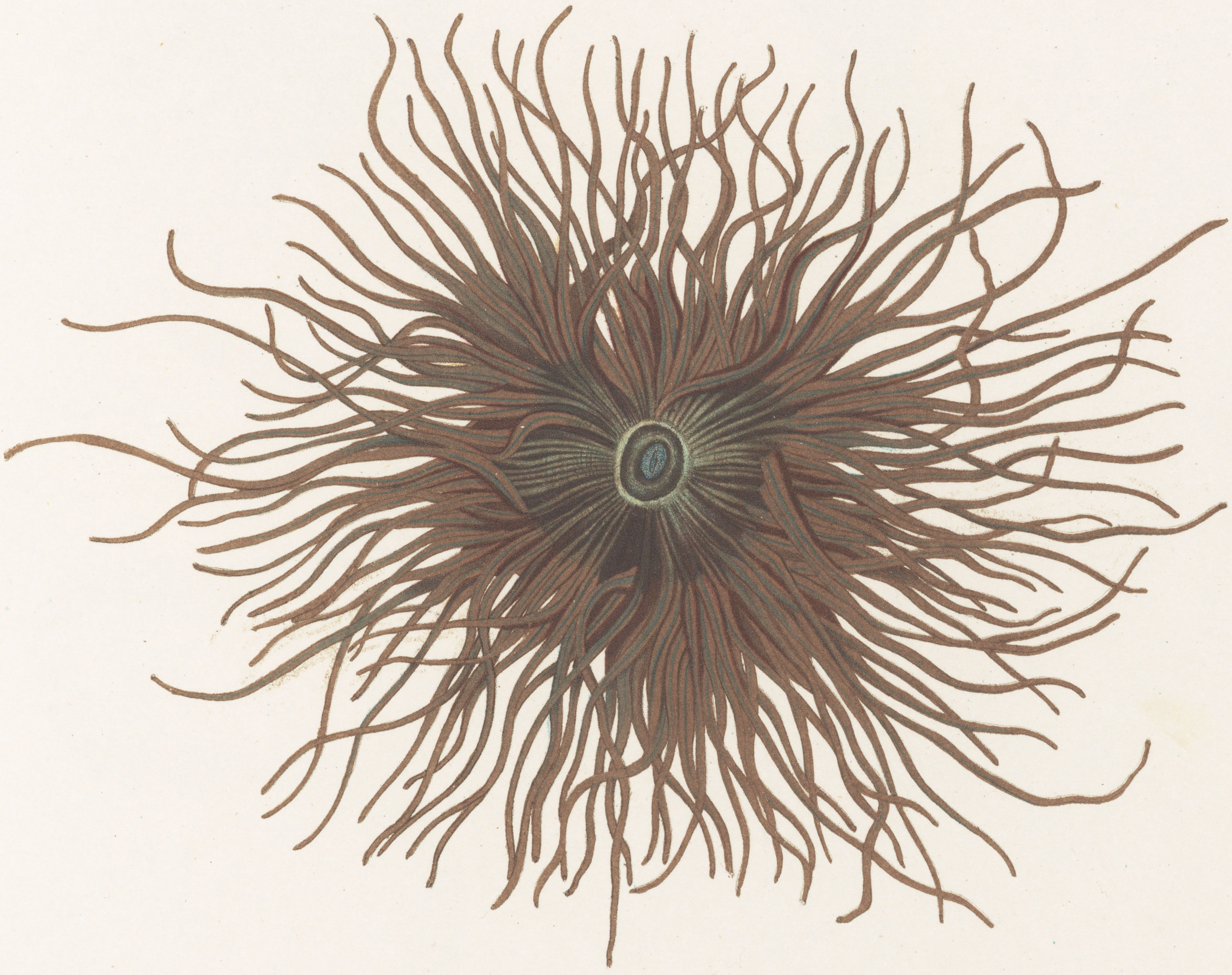


Fig. 1-2. Monomyces brevis var. Fig. 3-5. Entacmaea chromatodera n. sp. Fig. 6. Entacmaea phaeochira n. sp.

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Lith. u. in Farben gedr. in d. k.k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK PAGE

Fig. 1.

Fig. 2.

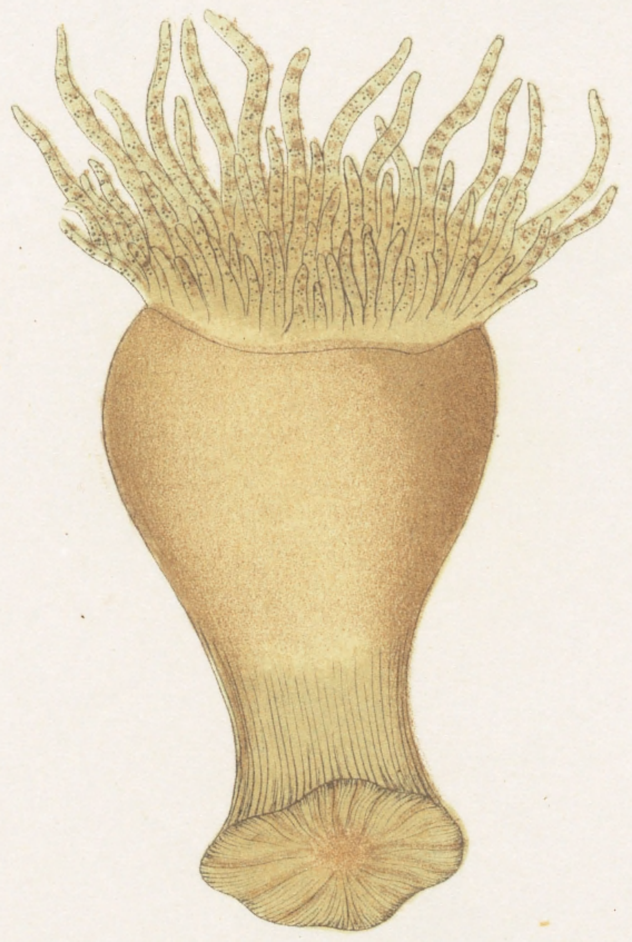


Fig. 3.

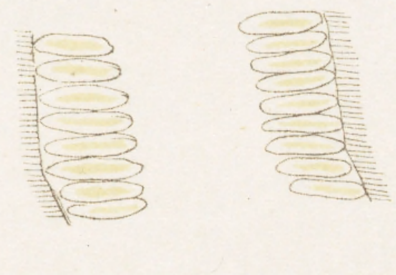


Fig. 4.

Fig. 5.

Cribrina punctata n. sp.

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.
Lith. u. in Farben gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK

PAGE

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

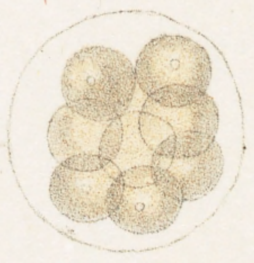


Fig. 8.

Fig. 9.

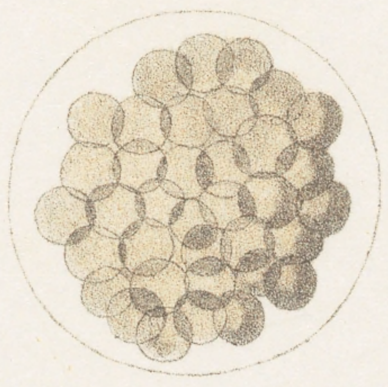
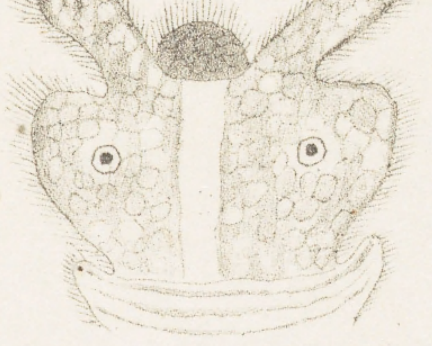


Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.



Vermetus gigas

Lith. u. in Farbengedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

BLANK
PAGE

WIEN.

Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei.

1852.

3